

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1352

June 2026

多能工施工によるコンクリート躯体工等の土木現場施工の 生産性向上に関する共同研究

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

Joint research on improving productivity in civil engineering construction, such as concrete structural work, through multi-skilled construction workers.

Construction and Maintenance System Division, Research Center for Infrastructure Management

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

多能工施工によるコンクリート躯体工等の土木現場施工の生産性向上に関する共同研究

社会資本システム研究室

Joint research on improving productivity in civil engineering construction, such as concrete structural work, through multi-skilled construction workers.

Construction and Maintenance System Division

概要

将来的な建設工事の担い手不足を踏まえ、直轄土木工事において労働投入量の大きい現場打ちコンクリート躯体工等の生産性向上を目的として、欧州で標準的に行われる多能工施工に着目した共同研究を実施した。

欧州の実態調査に加え、定置式水平ジブクレーン、システム型枠、3Dプリンタ等を活用した試行事例や、多能工施工や建設会社の人員・資機材管理手法について事例などを分析した。その結果、多能工施工による手待ち縮減等の効果が確認され、有用性ととも導入に向けた課題を整理した。

キーワード：多能工、生産性向上、現場打ちコンクリート工事、施工技術、定置式水平ジブクレーン、リソースマネジメント、技能者育成、効果

Synopsis

In light of the anticipated shortage of construction workers, a joint research project was conducted focusing on multi-skilled construction, a standard practice in Europe, with the aim of improving productivity in on-site concrete structural work and other labor-intensive tasks in directly managed civil engineering projects.

In addition to conducting a survey of actual conditions in Europe, the study analyzed case studies utilizing stationary horizontal jib cranes, system formwork, 3D printers, etc., as well as case studies on multi-skilled construction and personnel/equipment management methods of construction companies. As a result, the effects of multi-skilled construction, such as reducing waiting times, were confirmed, and the usefulness of the method, along with the challenges for its

implementation, were identified.

Key Words : Multi-skilled workers, productivity improvement, cast-in-place concrete work, construction technology, stationary horizontal jib cranes, resource management, skilled worker training, effectiveness

多能工施工によるコンクリート躯体工等の土木現場施工の生産性向上に関する共同研究

目次

はじめに.....	1
第1章 我が国の技能労働者不足の現状と課題	2
1.1 我が国の経済成長と建設業界の状況	2
1.2 建設業における担い手の現状.....	4
1.2.1 我が国の人口減少・少子高齢化と労働力減少	4
1.2.2 建設業の就業者数の推移.....	5
1.2.3 外国人労働者の推移.....	7
1.2.4 技能労働者数（職種別）の推移・不足状況.....	9
1.2.5 技能労働者の育成・確保の状況	11
1.3 建設業の労働生産性の現状・課題.....	14
1.3.1 建設投資額の推移と労働生産性の変化.....	14
1.3.2 土木工事における労働生産性の現状と課題.....	15
1.4 現場打ちコンクリート躯体工の生産性向上に向けた課題	18
第2章 共同研究の枠組み	21
2.1 共同研究の実施項目	21
2.2 実施体制.....	22
2.3 全体工程.....	23
2.4 共同研究者一覧.....	24
第3章 欧米における施工・技能者育成	25
3.1 多能工施工を行う建設会社調査：ゲルマ社のヒアリング	25
3.1.1 企業の経営方法	25
3.1.2 技能者の施工方法.....	28
3.1.3 定置式水平ジブクレーン等の資機材の使用・運搬方法	29
3.1.4 資機材の保管方法.....	32
3.1.5 技能者の育成方法.....	34
3.2 定置式水平ジブクレーンを用いる工事現場視察：建築工事3件.....	35
3.3 定置式水平ジブクレーンを用いる土木工事事例：ゲルマ社より情報提供された工事概要	38
3.4 欧州の定置式水平ジブクレーン	42
3.4.1 機種概要.....	42
3.4.2 欧州における運搬方法	50

3.4.3 日本における運搬の課題	52
3.5 ジブクレーン施工事例	55
3.6 スイスにおける技能者育成	64
3.6.1 建設技能労働者の特徴	64
3.6.2 デュアル教育によるマウラー（躯体工）の職業訓練	66
3.6.3 継続教育の仕組み	69
第4章 資機材の活用（機械化施工）による生産性向上手法の検討	71
4.1 定置式水平ジブクレーンによる改善検討	71
4.1.1 定置式水平ジブクレーンの概要	71
4.1.2 定置式水平ジブクレーン流通台数、共同研究者の使用実績	73
4.1.3 モニタリング工事の箇所一覧、施工・施工管理での効果・留意点・工夫点・課題 のとりまとめ	75
4.1.4 有用性評価（データ分析結果、意見の整理）	79
4.1.5 定置式水平ジブクレーンの適用現場条件の整理	99
4.1.6 積算基準におけるクレーンの扱い	111
4.2 システム型枠による改善検討	113
4.2.1 システム型枠の土木工事での使用状況	115
4.2.2 システム型枠の定性的評価	115
4.2.3 システム型枠の定量的評価	117
4.2.4 システム型枠の適用条件・活用現場の整理	123
4.3 建設用 3D プリンタによる改善検討	126
4.3.1 建設用 3D プリンタの概要	126
4.3.2 建設用 3D プリンタの活用状況	127
4.3.3 建設用 3D プリンタに関する技術指針等の策定状況	130
4.3.4 建設用 3D プリンタの有効な適用方法の検討	130
第5章 多能工施工による生産性向上手法の検討	137
5.1 我が国の多能工の現状	137
5.2 多能工の分類と期待される効果	137
5.3 土木工事における多能工施工の実態に関する調査	139
5.3.1 橋梁補修工事における多能工	139
5.3.2 地域における多能工	141
5.3.3 中小建設企業における多能工	141
5.3.4 ヒアリング調査から得られた現状と課題	147
5.4 土木工事における多能工施工の生産性の検討	148
5.4.1 調査の概要	148
5.4.2 多能工施工の生産性	152
5.4.3 検討結果まとめ	158

5.5 多能工の育成に関する検討	159
5.5.1 建設会社内での多能工育成事例	160
5.5.2 職業訓練の実施事例	170
5.5.3 検討結果まとめ	180
第6章 リソースマネジメントによる生産性向上手法の検討	182
6.1 リソースマネジメント概要	182
6.1.1 生産性向上とリソースマネジメント	182
6.1.2 リソースマネジメントにおける工程管理	184
6.1.3 全体最適化のためのリソースマネジメント手法	190
6.2 リソースマネジメントの実施事例	194
6.2.1 実施事例調査の対象	194
6.2.2 調査項目	195
6.2.3 実施事例の調査結果	195
第7章 まとめと課題	207
7.1 生産性向上に資する資機材の活用	207
7.1.1 生産性向上に資する資機材の導入負担の軽減	207
7.1.2 生産性向上に資する資機材を活用する技能者への対応に関する検討	208
7.2 多能工施工による生産性向上	208
7.2.1 多能工の評価	208
7.2.2 多能工を育成する環境整備	209
7.3 生産性向上に向けた工程管理の実践	210
7.4 今後の建設現場における更なる生産性向上に向けた観点	210
7.4.1 将来を見据えた「施工」を担う現場作業員及び資機材への目配り	210
7.4.2 今後の機械化施工と合理的設計による鉄筋コンクリート構造物の省人化・省力化	211
謝辞	214
参考資料 定置式水平ジブクレーン・システム型桝 事例集	215

はじめに

将来的な建設工事の担い手不足の深刻化が懸念される中、建設現場の生産性向上が必要である。国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、直轄土木工事の労働投入量において主要な工事である現場打ちコンクリート躯体工の生産性向上に向けて、欧州で標準的に行われている、多能工技能者が複数の工種に従事して、柔軟な役割分担のもと効率的に施工を進める「多能工施工」に着目して、「多能工施工によるコンクリート躯体工等の土木現場施工の生産性向上に関する共同研究」を実施した。現場打ちコンクリート躯体工は、我が国では一般的に専門工種ごとの分業体制で施工されるが、技能者不足により工程中断や施工効率低下、さらには工期遅延が生じる課題がある。「多能工施工」により、工種間の手待ち削減や人員確保を可能とし、施工プロセス全体の最適化を目指すものである。

本共同研究では、指定機関として「定置式水平ジブクレーンの活用促進及び建設技能者の働きがい向上技術研究組合」(JIBS)、公募に応募した民間企業4者及び国総研により、我が国の自然・社会・経済条件で執行される土木工事における「多能工施工」について、海外調査成果や工事現場の観察事実を検討した。その結果に基づいて、生産性向上や労働環境改善への寄与の観点から有用性を評価するとともに、我が国における「多能工施工」を実現するために必要な施策について検討した。

共同研究の期間は、令和4年8月から令和8年3月までの3年8カ月とした。

本報告書は、本共同研究の成果をとりまとめたものである。本報告書により「多能工施工」への理解が深まり、「多能工施工」が普及して建設現場の生産性向上の実現に貢献できれば幸いである。なお、本報告書は共同研究における議論や資料等を踏まえて国総研が中心となってとりまとめたものである。

第1章 我が国の技能労働者不足の現状と課題

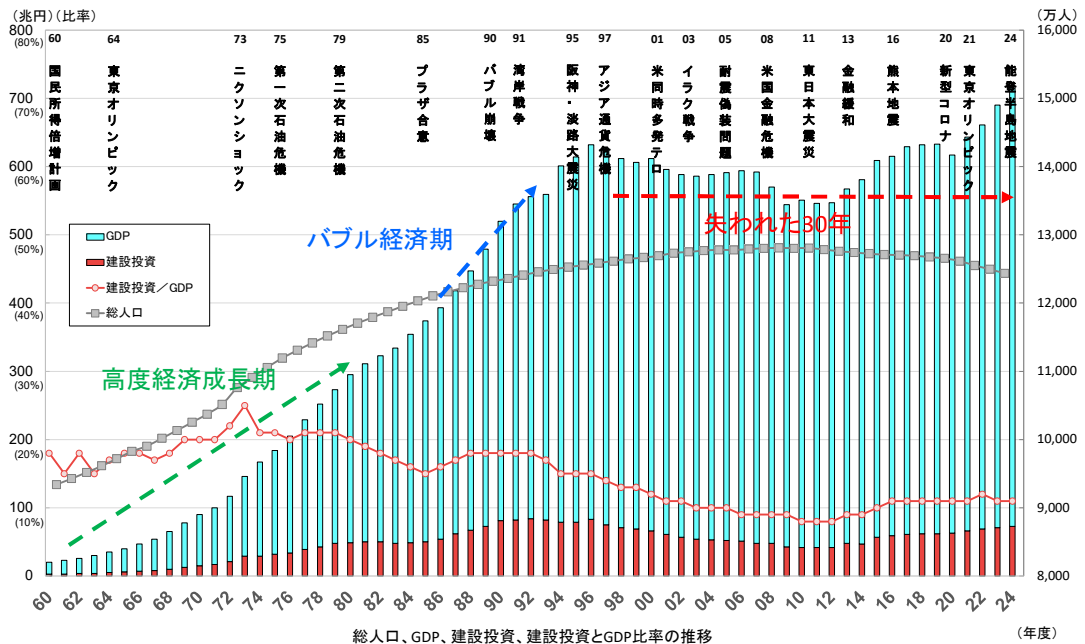
1.1 我が国の経済成長と建設業界の状況

はじめに、我が国のこれまでの経済成長と建設業界について概説する。1960年から現在までのGDP^{1.1)}及び建設投資額^{1.2)}の名目値の推移等を図1-1に示す。戦前から戦後復興期(1950年代)にかけては、第一次世界大戦の好景気(成金時代)はあったものの、終戦直後から大不況に見舞われた貧しい時代であった。その後1960年の「所得倍增計画」や1964年の東京オリンピック等を皮切りに、年平均10%前後の実質経済成長率を記録する高度経済成長期へ突入し、戦後の貧しい時代から豊かな時代へ成長を遂げた。1980年代には国内景気刺激のため金融緩和が続き、株価・地価が高騰する「バブル経済期」の影響で経済大国となった。バブル崩壊後、経済の低成長が常態化し、国全体のデフレ構造が進行している。GDPは一定水準を維持しているが、賃金は上がらず社会保障の負担は増加し、実感として豊かさを感じられない状況が現在まで続いている。

建設業界を振り返ると、1980年代のバブル経済期には、それまで受注が減少し採算性が低下していた業況から、受注の大幅増による好況へと急速に転回した。好況に伴い、資材・労務費は高騰した。バブル崩壊後は官民受注の連続的な下落により、建設産業の労働力は不足状態から余剰状態となり、さらに建設業の資金繰りの難化を招いた。近年は災害復旧・復興における建設業のニーズ増加により堅調な受注・収益の回復に繋がっているが、資材価格の高騰に加え、人口減少時代による労働力不足も常態化している^{1.3)}。

高度経済成長期から現在に至るまでの、直轄土木工事における設計・積算・入札契約制度の変遷を示す。設計では、高度経済成長期に策定された標準設計について、従前のコンクリートや鉄筋等の使用材料の最小化を重視する設計の考え方から、施工効率の向上を重視する施工合理化設計や全体最適設計の考え方に移行し、土木構造物設計ガイドライン等の改定がなされている。積算では、古くから積上積算方式を基本とされていたが、バブル経済期に不調が頻発し積算と実態が合わないという声が強くなったことから、1992年の諸経費制定や市場単価方式の導入により、実態に整合した予定価格とするための積算改革がなされた。また、積算価格の的確性だけでなく積算業務の効率化を目指し、2004年に歩掛を用いない「ユニットプライス型積算方式」の試行が始まり、2012年にはこれを改良した「施工パッケージ型積算方式」が導入された。さらに積算制度の変遷に加えて、積算システムの開発・改良も進めてられてきた。入札・契約では、指名競争入札制度から、透明性・公平性・競争性の確保のために一般競争入札方式を原則化するとともに、事業の性格に応じて事業促進PPPや技術提案・交渉方式等の多様な入札契約方式が導入されている。また建設会社への円滑な資金提供や資金繰りの改善を目的に、中間前払金制度や出来高部分払方式の導入がなされ、工事費支払いの方法も見直されてきた。

バブル崩壊以降の低成長期である「失われた30年」は、国内投資の減少や個人消費の低迷による国内市場の縮小とともに、少子高齢化と人口減少による労働力不足が同時に進み潜在成長率が低下したことが要因とされている^{1.4) 1.5) 1.6)}。これまでも時代の変化に応じた制度改革等がなされているが、今後は人口減少時代における新しい経済モデルへの転換が求められる。建設業においても従来の常識を見直し、少子高齢化による人手不足や2024年問題(時間外労働規制)等の新たな課題への対応が必要不可欠である。



設計	(材料ミニマム設計) 65 建設省土木構造物標準設計 (施工合理化設計) 96 土木構造物設計ガイドライン策定 99 土木構造物設計マニュアル(橋梁編)策定 01 土木構造物設計マニュアル(橋門編)策定 (全体最適設計) 18 土木構造物設計ガイドライン改定
積算	(積上積算の確立) 65 土木請負工事工事費積算基準制定 (積算大系整備) 92 諸経費制定 市場単価方式導入 04 ユニットプライス型積算方式試行 02 総価契約単価合意方式導入 12 施工パッケージ型積算方式導入 88 標準積算システム運用開始 01 新土木工事積算システム(32bit版) 95 新土木工事積算システム(16bit版) (施工パッケージ型積算) 18 土木工事標準単価導入
入札契約	(指名競争入札) (47 会計法成立) ※最低価格の原則 指名競争を認める 71 建設業法改正 ※登録制から許可制 不当な請負契約の禁止 (一般競争入札) 00 入契法成立 ※入札契約の透明性・競争性 05 品確法施行 93 一般競争入札試行導入 98 総合評価落札方式適用 99 中間前払金制度導入 (多様な入札契約方式) 14 担い手三法 ※適正な予定価格、ダンピング対策強化 24 第三次・担い手三法 ※担い手確保 地域対応力強化 19 新・担い手三法 ※働き方改革 生産性向上 災害時の対応強化 12 事業促進 PPP導入 16 技術提案交渉方式適用 06 出来高部分払方式本格導入 (52 前払金支払制度導入)

図 1-1 我が国の GDP と建設投資額の推移及び設計・積算・入札契約の変遷

1.2 建設業における担い手の現状

1.2.1 我が国の人口減少・少子高齢化と労働力減少

我が国の人口は、2008年の1億2,808万人をピークに減少しており、2023年10月時点の総人口は1億2,435万人と、前年に比べて約60万人減少している^{1.7)}。国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口によれば、我が国の人口減少は今後も続いていくものと考えられており、2070年には9,000万人を割り込むと推計されている^{1.8)}。また高齢化も進行しており、65歳以上の人口割合を示す高齢化率は、2020年の28.6%から、2070年には38.7%にまで上昇すると推計されている（図1-2参照）。

我が国の生産年齢人口（15歳から64歳まで）は、1995年の8,726万人（総人口比69.5%）をピークに減少に転じており、2023年10月時点では7,395万人（総人口比59.5%）に減少している^{1.5)}。一方、我が国の就業者数を見ると、2023年の就業者数は6,747万人であり、1990年代後半の水準を上回っている（1997年：6,557万人）^{1.9)}。これには、15歳～64歳の女性就業者数の増加（1995年：2,446万人、2023年：2,671万人）及び65歳以上の高齢就業者数の増加（1995年：438万人、2023年：914万人）が影響している^{1.9)}。言い換えれば、生産年齢人口の減少による労働力低下に対して、高齢就業者を含めた多様な人材の活用により、我が国の労働力を維持している状況である。

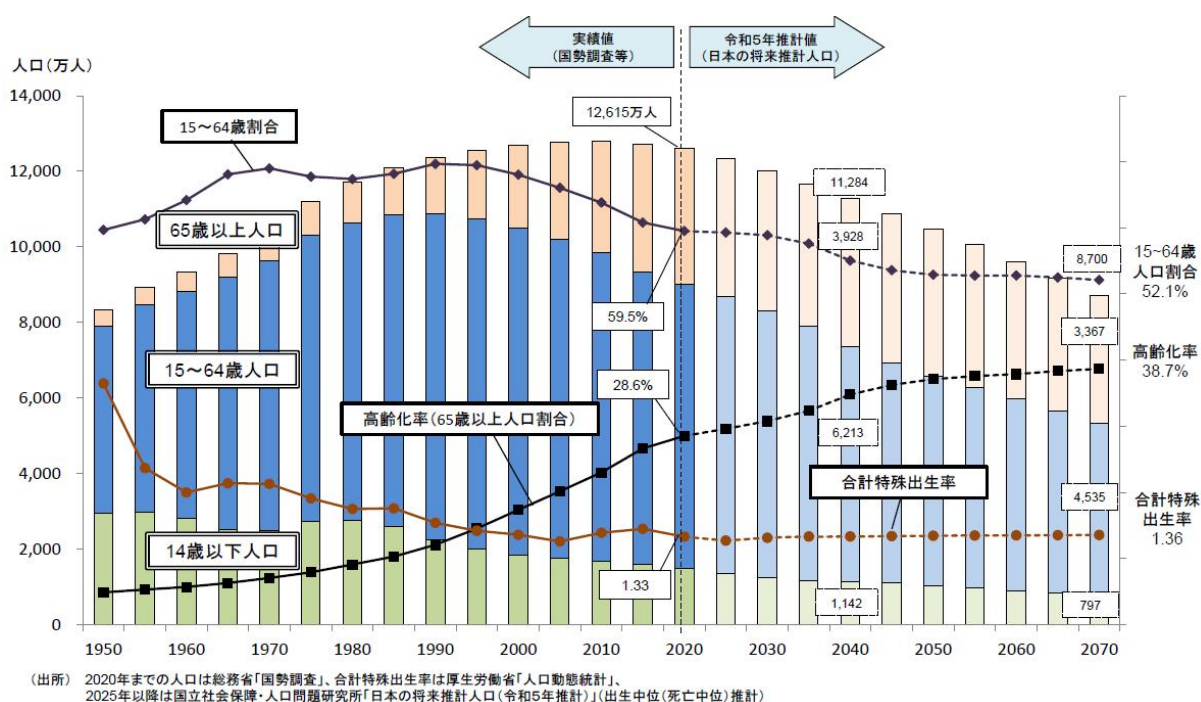
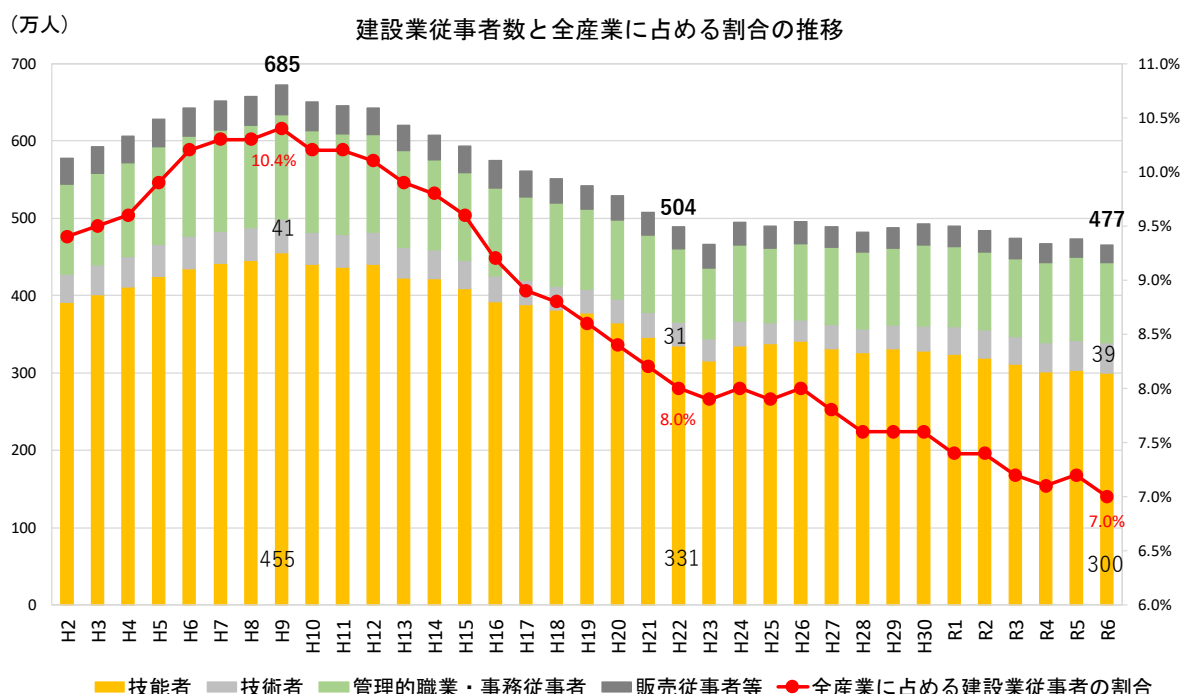


図 1-2 我が国の人口推移^{1.5)}

1.2.2 建設業の就業者数の推移

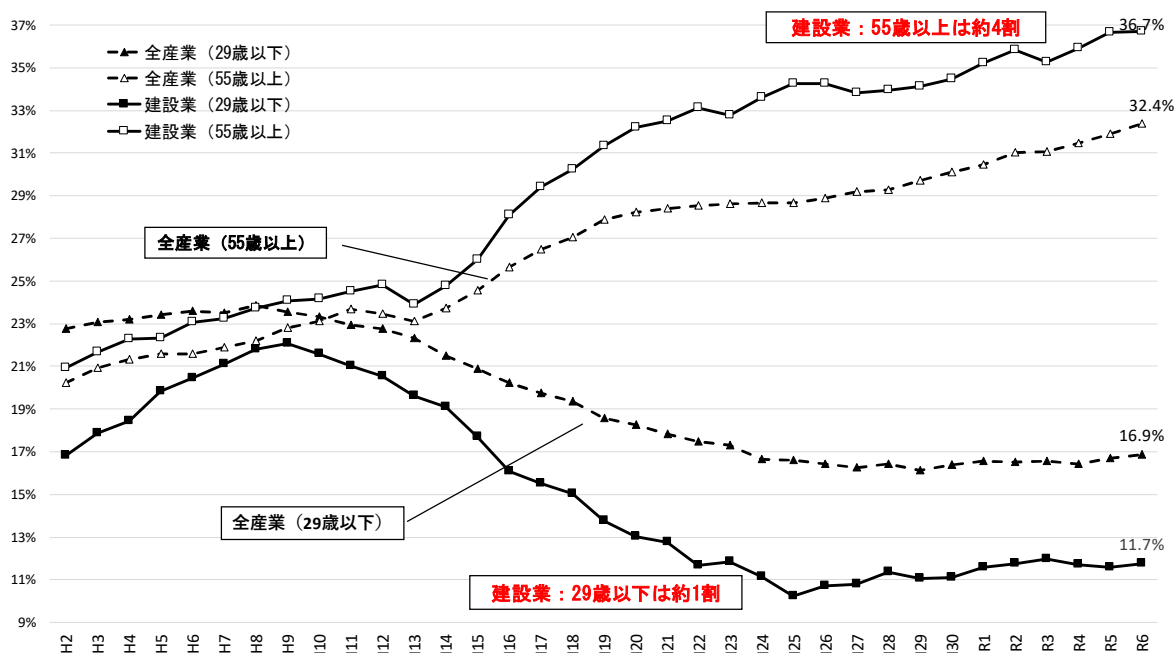
我が国の建設業における就業者数の推移を図1-3に示す。平成9年の685万人をピークに年々減少しており、平成22年には504万人となった。現在（令和6年度）では477万人にまで減少している。技術者数は微増（平成22年：31万人、令和6年：39万人）であるが、技能者数は大きく減少（平成22年：331万人、令和6年：300万人）しており、建設業全体の就業者数の減少に繋がっている。全産業に占める建設業従事者の割合を図1-3に示しているが、平成9年には10.4%であったものが、直近（令和6年）では7.0%に減少している。前述の通り、我が国では生産年齢人口が減少している中で女性就業者や高齢就業者の増加により全体の就業者数を維持しているが、全産業と比べると建設業の就業者数の減少が顕著であり、就業者数の減少が他産業と比べて進んでいるといえる。

建設業就業者の年齢構成別（55歳以上及び29歳以下）の割合の経年変化を図1-4に示す。建設業就業者は、55歳以上が36.7%、29歳以下が11.7%と高齢化が進んでおり、近年は全産業との差が拡大している。令和6年の建設業技能労働者の年齢構成を図1-5に示すが、60歳以上が77.4万人で全体の25.8%を占めている。10年後には60歳以上の技能労働者（全体の約4分の1）の大半が引退することが見込まれ、さらに15年後になると55歳以上の技能労働者（全体の約3分の1）の大半が引退することが見込まれる。このような人口減少・高齢化の進行に対応できる、少ない労働者で効率的に施工できる技術・技能の開発が大きな課題である。従来のような労働集約型の施工方法から脱却する必要がある。



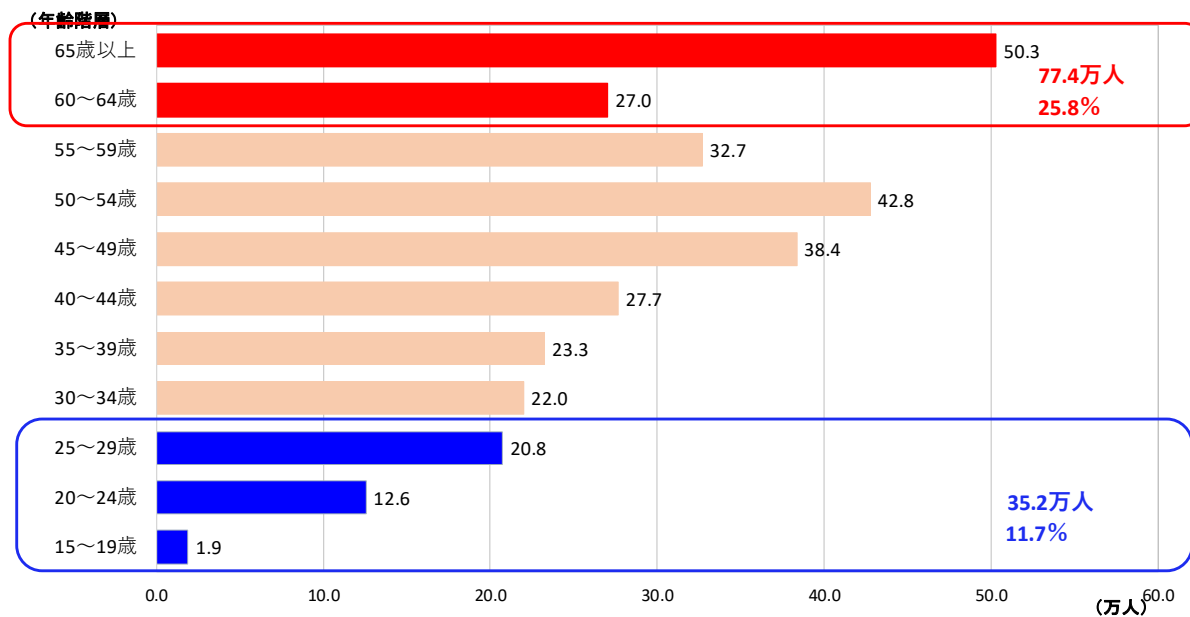
※出典：総務省「労働力調査」をもとに作成

図 1-3 建設業従事者数と全作業に占める割合の推移



※出典：総務省「労働力調査」をもとに作成

図 1-4 建設業就業者の高齢化の進行



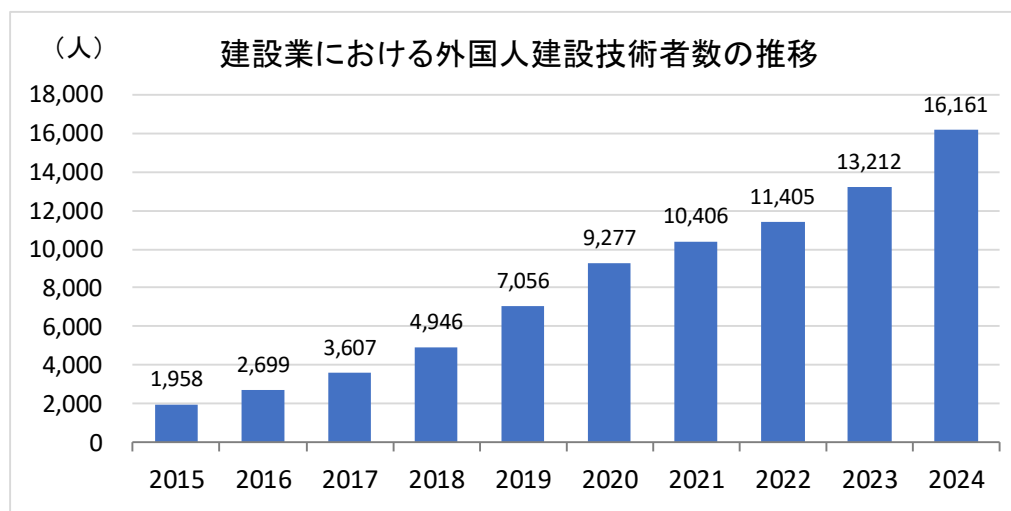
※出典：総務省「労働力調査」をもとに作成

※数値の合算は四捨五入の関係で整合しない場合がある。

図 1-5 年齢階層別の建設技能者数

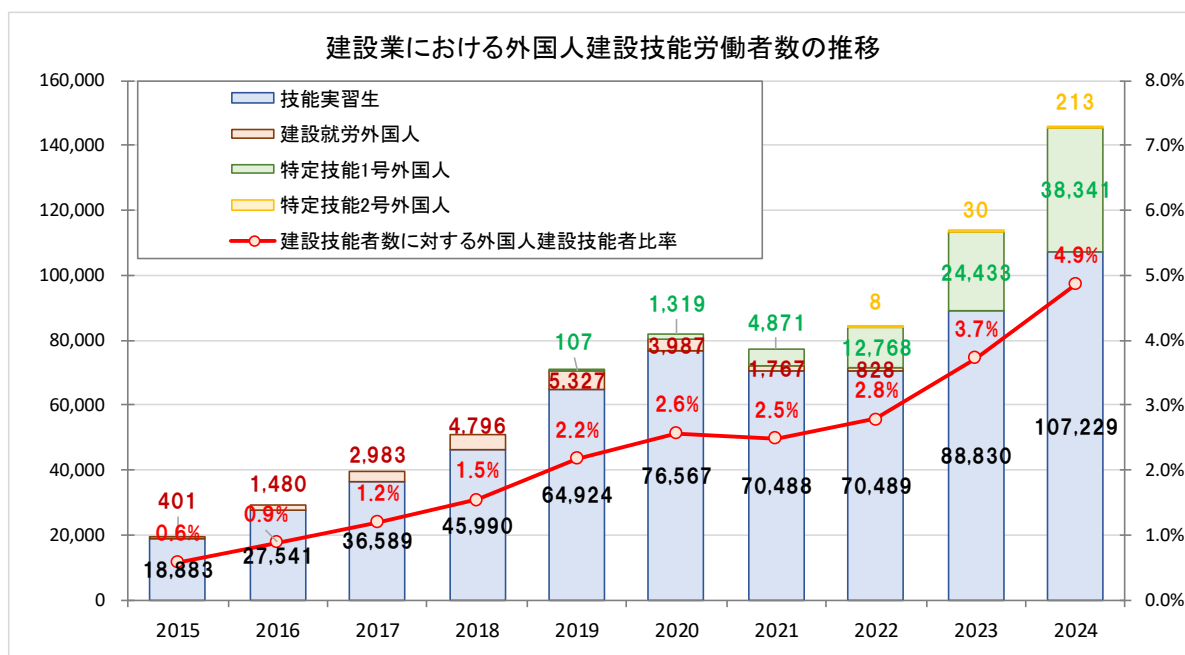
1.2.3 外国人労働者の推移

我が国の建設業における外国人労働者について、技術者数の推移を図 1-6 に、技能者数の推移を図 1-7 に示す。技術者として施工監理に従事する外国人は、2015 年から 2024 年までの 9 年間で約 8 倍に増加しており、特に大規模工事の施工管理体制の中で活躍している^{1.10)}。国土交通省では、中小建設企業に対して外国人技術者の担い手となる国内の留学生・高度外国人材、海外在住の高度外国人材の円滑な受入れを支援することを目的に、「中小建設企業の経営者・実務担当者のための外国人建設技術者の採用・定着に向けたハンドブック」^{1.11)}を作成・公開しており、外国人建設技術者の採用・定着を後押ししている。外国人建設技能者数も年々増加しており、2024 年時点では建設分野で活躍する外国人技能者の在留者数は約 15 万人であり、全技能労働者数の 4.9%となっている。在留資格別では技能実習生が約 11 万人で最も多い。一定の専門性・技能を有し即戦力となる外国人を受け入れるために創設された「特定技能 1 号」及び「特定技能 2 号」の在留者数も年々増加しており、2024 年時点では特定技能 1 号は 38,431 人、特定技能 2 号は 213 人となっている^{1.12)}。我が国の深刻化する担い手不足への対応として、外国人労働者は大きな役割を果たしている。



※厚生労働省「外国人雇用状況」の届出状況をもとに作成
在留資格「技術・人文知識・国際業務」

図 1-6 建設業における外国人建設技術者数の推移



※全建設技能者数：総務省「労働力調査」をもとに作成

※特定技能外国人数：入出国在留管理庁「特定技能在留外国人数」（各年12月時点）をもとに作成

※技能実習生：厚生労働省「外国人雇用状況」の届出状況をもとに作成

※建設就労外国人（「外国人建設就労者受入事業」による受入者）：国土交通省「建設分野における外国人技能者の受入れ」をもとに作成

※外国人建設技能者数は特定技能外国人、技能実習生、建設就労外国人を合計した人数

図 1-7 建設業における外国人建設技能労働者数の推移

1.2.4 技能労働者数（職種別）の推移・不足状況

国勢調査^{1.13)}による職種別の労働者数と、平成7年からの労働者数の変動率をそれぞれ図1-8、図1-9に示す。前述の通り技能者労働者数は全体で平成9年度から減少しているが、職種別にみると、左官や畳職、ブロック積・タイル張従事者、大工は平成7年と比較して60%以上減少しており、これら専門工事職種の担い手の減少が、建設業全体の技能労働者数減少に影響しているものと考えられる。また、クレーンや重機等のオペレーターである建設・さく井機械運転従事者も平成7年と比較して約50%減少しており、型枠大工や鉄筋作業従事者は平成22年から調査対象に追加されたものであるが、平成22年と比較して15%程度減少している。一方で、とび職は就業者数の変化が少なく、令和2年の就業者数は平成7年と同程度である。国土交通省が公表している「建設労働需給調査結果」^{1.14)}から整理した、職種別の過不足状況の経年変化を図1-10に示す。東日本大震災が発生した平成23年以降、各職種で労働者が不足している状況である。現場打ちコンクリート躯体工の施工は、より上流段階である設計の成果に基づいて実施されることが多いが、標準設計に固執するあまり、現場条件によっては施工性を低下させている場合もあると思われる。前述した技能労働者数の減少を鑑みると、需要に対して供給が追いつかない状況が今後も続いていくものと考えられる。限られた少ない労働力でいかに土木工事を進めていくかが課題であり、施工の観点のみならず設計段階の見直しを含めた検討も必要になると思われる。

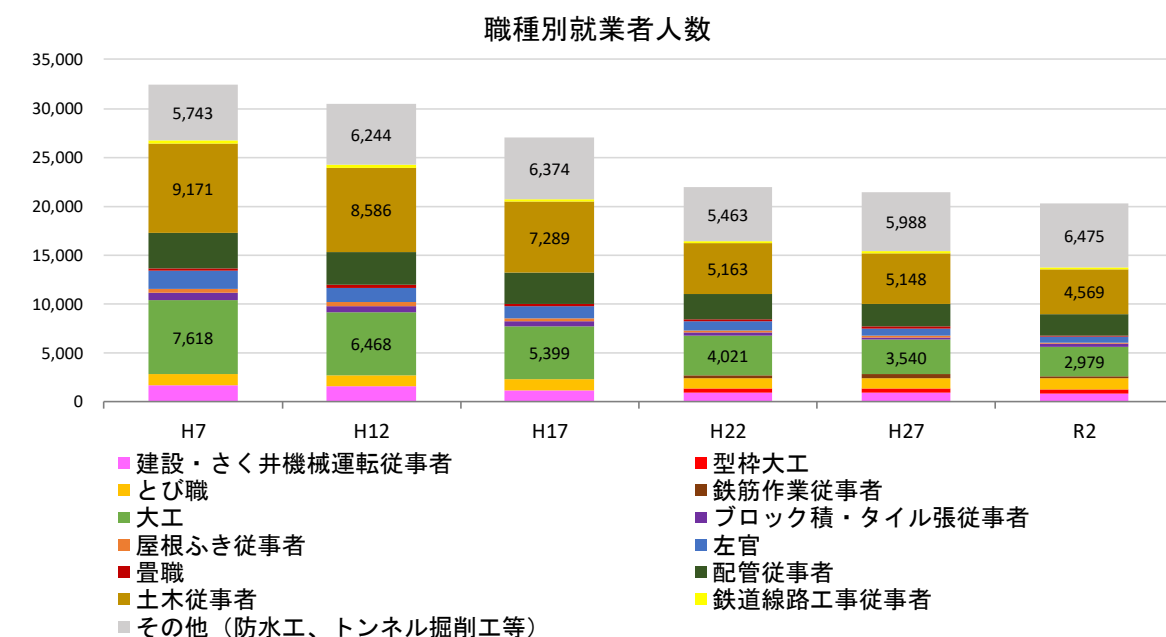
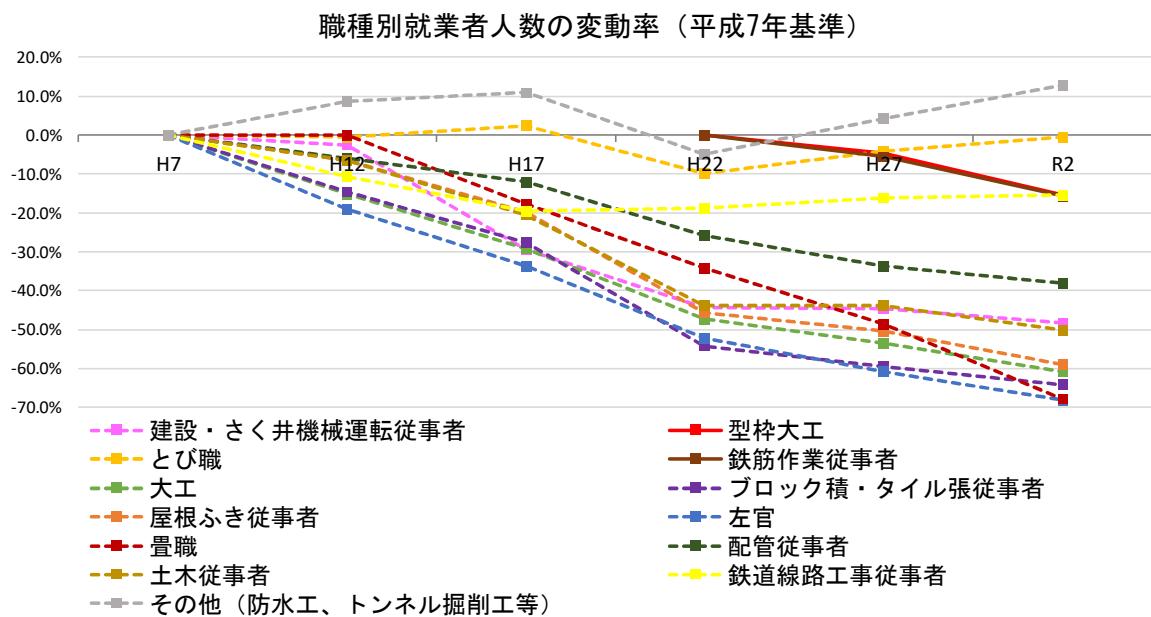


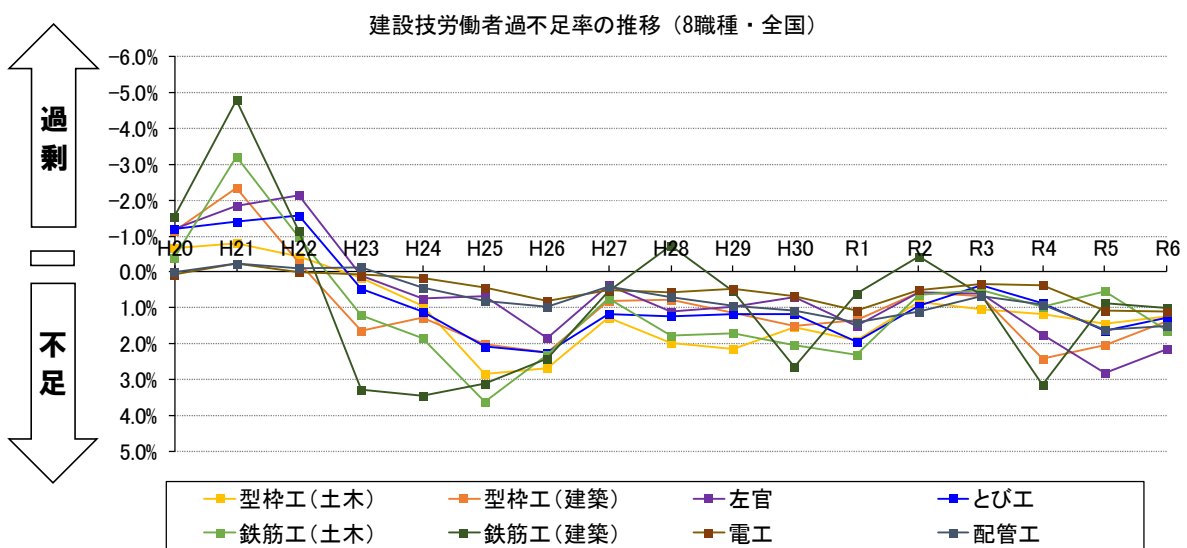
図 1-8 職種別就業者人数



※出典：総務省「国勢調査」をもとに作成

※型枠大工及び鉄筋作業従事者数は平成22年から調査対象とされているため、平成22年を基準とする

図 1-9 職種別就業者人数の変動率（平成7年基準）



※出典：国土交通省「建設労働需給調査結果」より整理

※縦軸は以下の式で定義される「過不足率」を示しており、値がプラスの場合は労働者が不足している状況である。

$$\text{過不足率} = \frac{\text{確保したかったが出来なかった労働者数} - \text{確保したが過剰となった労働者数}}{\text{確保している労働者数} + \text{確保したかったが出来なかった労働者数}} \times 100$$

図 1-10 建設技能労働者数過不足率の推移（8 職種・全国）

1.2.5 技能労働者の育成・確保の状況

(1) 技能労働者の入職ルート

建設会社における常用の若年技能労働者の募集方法は図1-11の通りであり、「公共職業安定所（ハローワーク）を通して確保を図る」が最も多く、以下、「縁故を頼りに働きかける」、「常用の若年技能労働者の募集を行っていない」が続く。また新規入職者の確保として「学校、専門学校、職業訓練校等を通して働きかける」を実施している会社も見られるが、会社規模（従業員数）が大きくなるほど、学校等への募集を積極的に行っている^{1.15)}。

新規入職大工の最終学歴を図1-12に示す^{1.16)}。高等学校（工業科）が33%と最も多いが、高等学校（普通科）と高等学校（その他）を合わせた割合は27%であり、工業系の学校以外にも大工を志して建設業界へ就職する人が一定数いることが分かる。人材確保の観点から、学生に対してインターンシップや現場見学会、出前授業等を積極的に行っている事例もあり、それらの取り組みによる効果であると考えられる。一方、建設会社の多くは高等学校（工業科）の生徒数の減少を実感しており、特に学生の手志向が強く、中小建設会社には若手が集まりにくいのが現状である^{1.14)}。

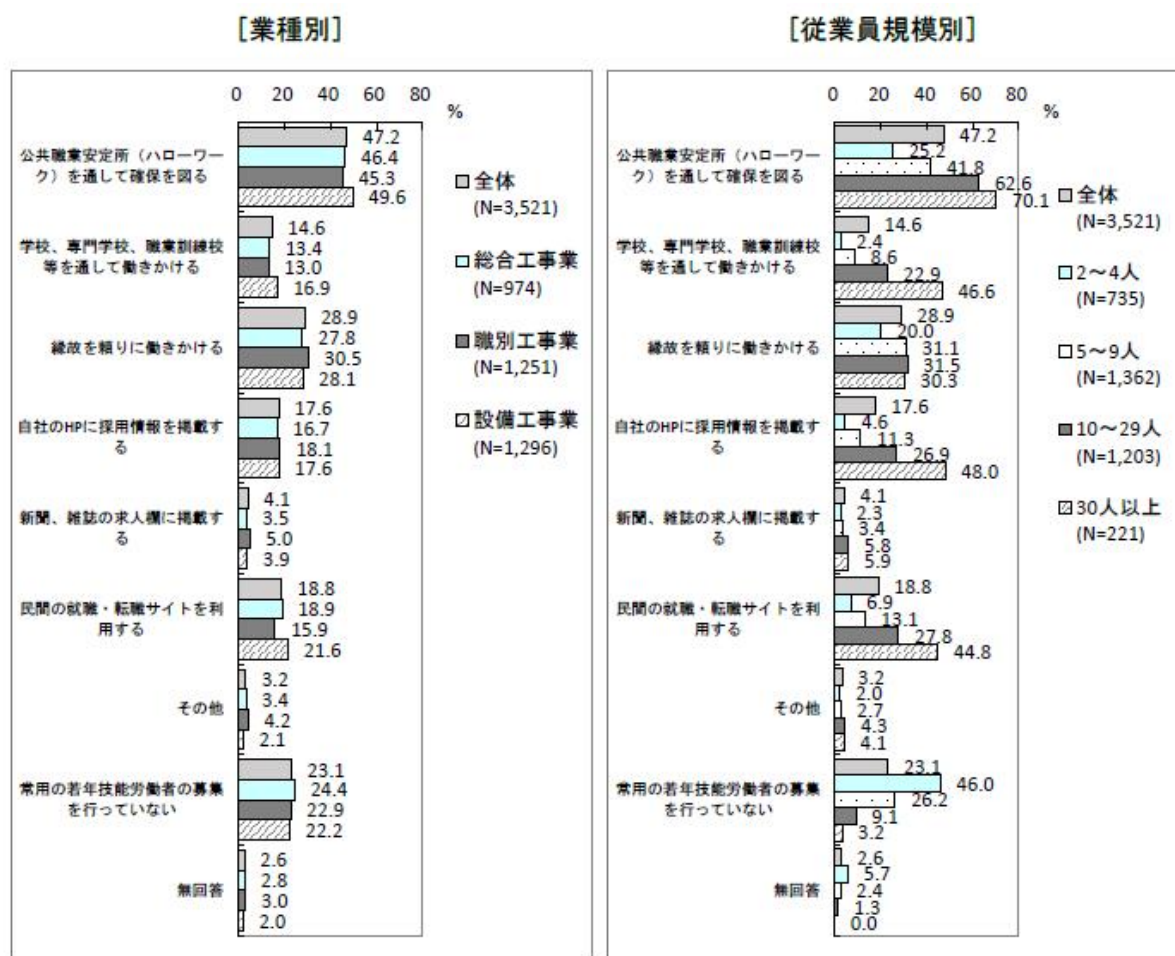
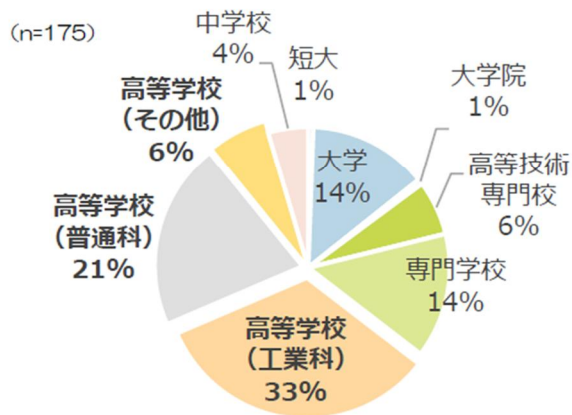
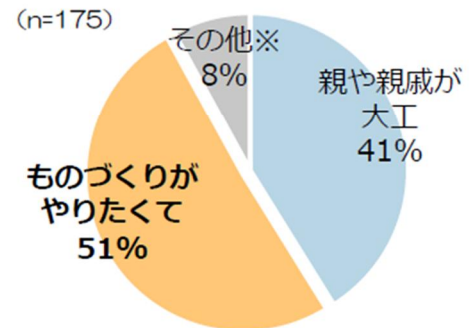


図 1-11 常用の若年技能労働者の応募を増やすための取組^{1.12)}

(a) 新規入職大工の最終学歴



(b) 大工を志したきっかけ

図 1-12 新規入職大工の最終学歴及び大工を志したきっかけ^{1.13)}

(2) 学校教育における学習内容

建設関係学科を有する高等学校を対象に実施されたヒアリング調査^{1.18)}では、カリキュラムは測量士補や2級土木施工管理技士の取得を目的とした座学が中心であり、実習(週3時間程度)は測量が中心で技能労働者を育成するカリキュラムは存在しないとの意見がある。卒業後の進路として就職を希望する学生は、技術職として建設会社に就職する者や製造業等の他産業に就職する者がおり、技能労働者として就職する者は少ないとの実態が聞き取り調査で分かっている。学校教育では、建設業で必要となる技能を習得する機会はほとんど無く、技能労働者として就職した後に初めて学ぶこととなる。すなわち、学校教育で技能を学び、身に付けた技能を活かすことができる会社に就職するという流れは存在していないと考えられる。

第3章で詳述するが、欧州(スイス)の教育システムは、日本の高等学校に相当する後期中等教育の段階で、全体の約7割の若者が職業訓練学校へ進み、建設会社へ就職する前に技能を習得する仕組みである。専門的な職業訓練を念頭においた職業訓練校の卒業時に取得できる資格として、建設関連で約50種類の資格があり、年間約4,400人が建設関連卒業資格を得ている^{1.19)}。欧州(スイス)では、就職前に専門的な知識・技能を習得し、習得した知識・技能を活かす職種へ入職するという主要な人材の流れが存在することが分かった。

(3) 建設会社における技能教育

我が国の建設会社における技能者育成（技能継承）の状況を図 1-13 に示す。熟練技能継承のための指導・教育内容として「現場での実作業におけるマンツーマン型指導」が最も多く^{1.17)}、常用の技能労働者に対して OFF-JT を実施していない建設会社も一定数ある^{1.15)}。すなわち建設業界の技能者育成は、現場作業を通じて技能や知識を習得する OJT が中心である。学校教育において技能を学ぶタイミングが無く、その後就職した会社での OJT 型指導が技能習得の主な機会であることから、若手技能者が習得する知識・技能は建設会社が受注する工事内容等に依存することとなる。工事量が多く繁忙となる場合には OJT の質が低下する可能性があり、逆に工事量が少ない場合には OJT の機会が喪失することが想定される。さらに技能労働者の高齢化により、建設現場で指導的役割を担う熟練技能者が減少し、OJT の機会が減少する懸念もある。今後は、OJT 減少に対応した持続的な技能者育成のため、教育訓練を含めた OFF-JT の育成策を充実させる必要があると思われる。

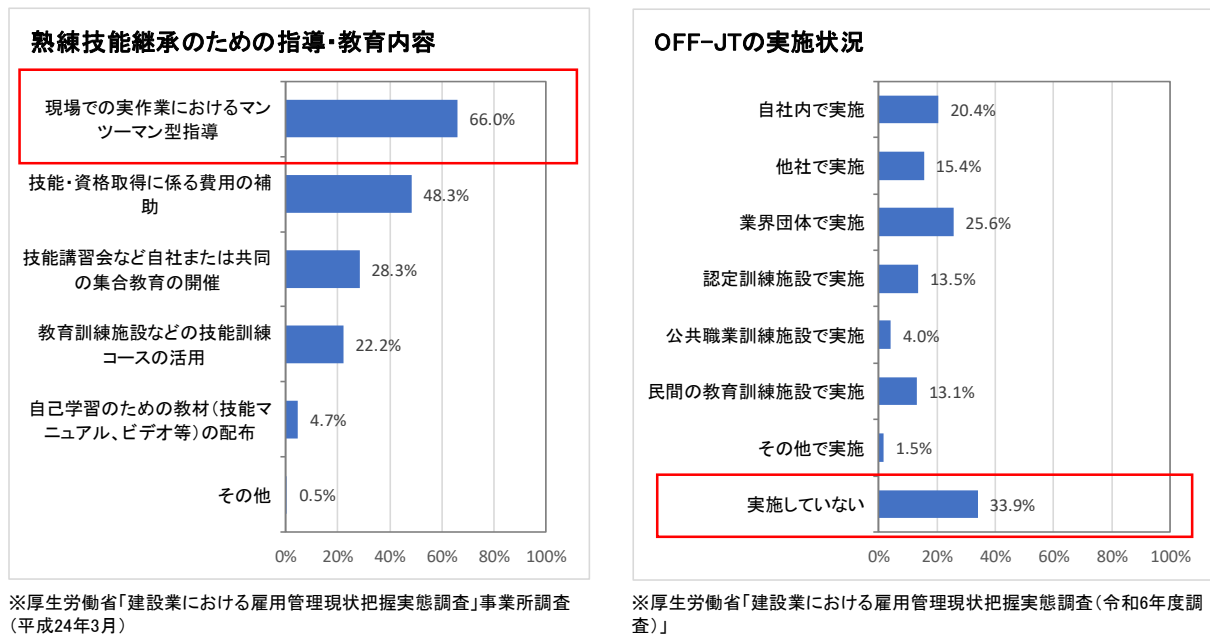


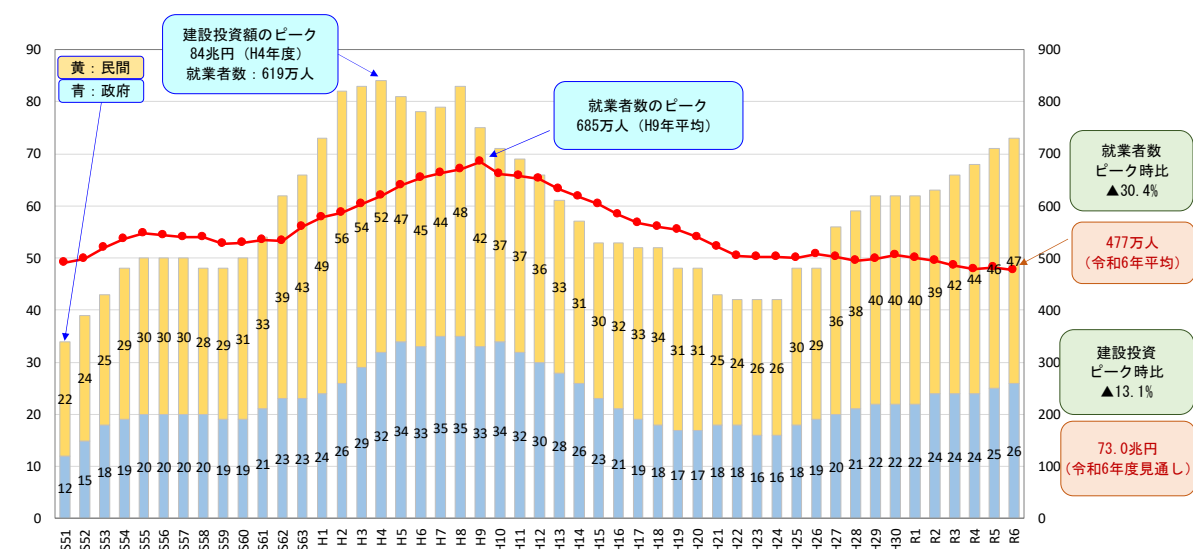
図 1-13 建設会社における技能者育成の状況

1.3 建設業の労働生産性の現状・課題

1.3.1 建設投資額の推移と労働生産性の変化

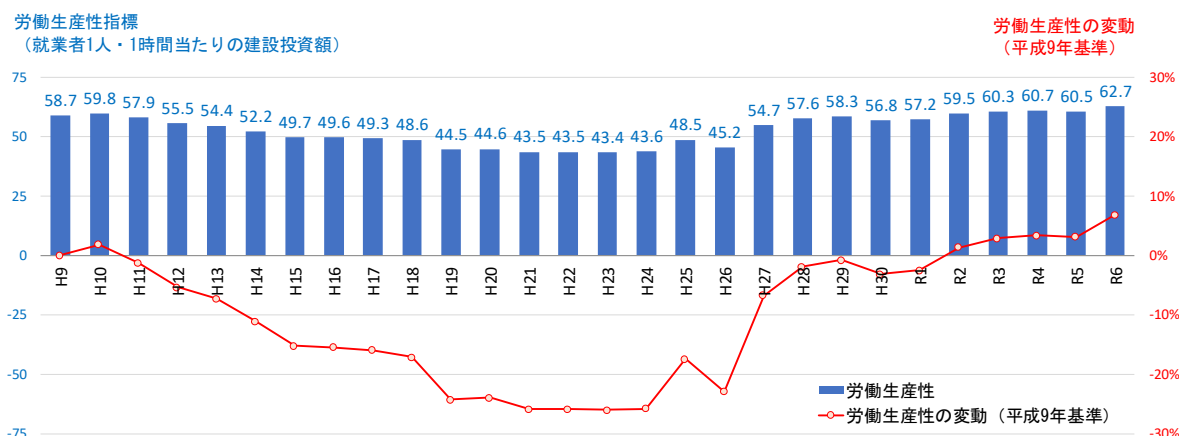
建設投資額（名目）^{1.2)}のピークは図1-14に示すように平成4年度の約84兆円であり、平成22年度には約42兆円まで落ち込んだが、その後増加に転じている。令和6年度は、ピーク時と比べて約13%減少となっている。一方、建設業の就業者数は、平成9年の685万人をピークに減少しており、令和6年は477万人と約30%減少している。建設投資額のピークであった平成4年時点と比較すると、就業者数は約22%減少している。

建設投資額と就業者数^{1.9)}、さらに労働時間^{1.21)}を加味して算出した労働生産性の経年変化を図1-15に示す。労働生産性は「労働投入量（input）に対する算出量（output）の比」で定義されており、単位投入量当りの出来高（就業者1人・1時間当たりの建設投資額）を指標とした。労働生産性指標の変動は、平成10年度以降は労働生産性が年々低下しているが、近年の労働生産性は上昇傾向にある。これは平成28年度の導入された i-Consturcion 等の施策による ICT 施工の影響を含む様々な要因によって建設現場の労働生産性が向上した可能性があると思われる。



※出典：国土交通省「建設投資見通し」、総務省「労働力調査」をもとに作成

図 1-14 建設投資額と就業者数の推移



※出典：国土交通省「建設投資見通し」、総務省「労働力調査」、厚生労働省「毎月勤労統計調査」ををもとに作成

※「毎月勤労統計調査」における労働時間のデータが平成9年からの公表であるため、平成9年以降の労働生産性の変動を算出している

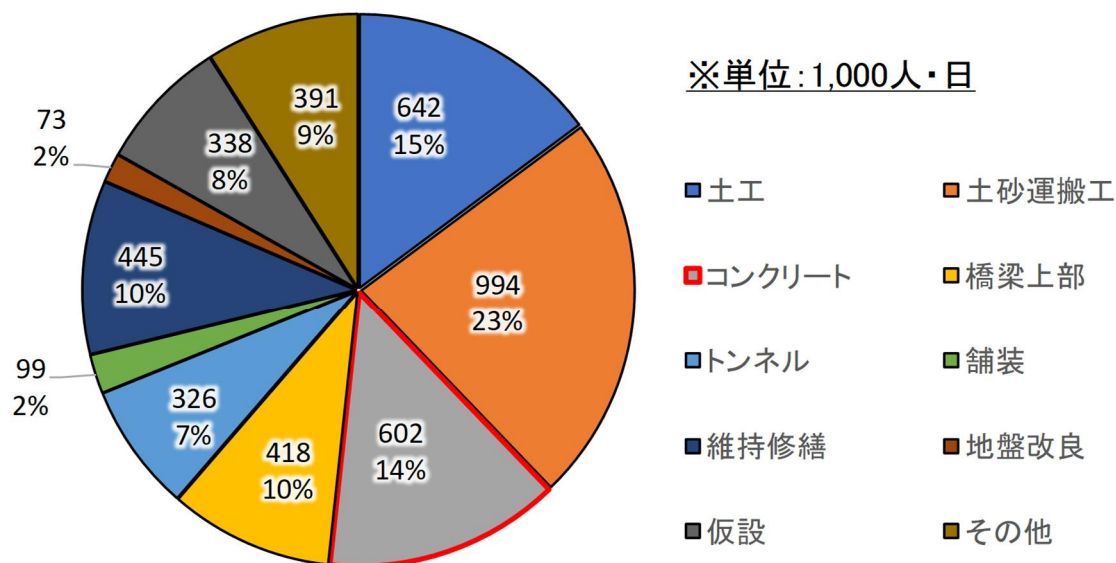
※労働生産性指標は以下の算出式による

$$\text{労働生産性 (百万/人・h)} = \frac{\text{建設投資額 (百万)}}{\text{就業者数 (人)} \times \text{一人当たり年間平均労働時間 (h)}}$$

図 1-15 労働生産性指標の算出結果

1.3.2 土木工事における労働生産性の現状と課題

令和3年度に発注された直轄土木工事の積算データより、工種別の人工数を整理した結果を図1-16に示す^{1.22)}。図1-16より、土工、土砂運搬、コンクリートの3工種が土木工事全体の半数以上を占めており、多くの労働者が投入されていることがわかる。このうち土工については、ICT施工の積極的な導入により、労働生産性は向上している（図1-17参照）^{1.23)}。一方、コンクリート工については、平成24年度時点で他工種と比べて労働生産性が上がっていない状況にあった（図1-18参照）ことから^{1.24)}、プレキャスト工法の推進を始めとした生産性向上施策を講じてきたが、なお残る現場打ちコンクリート躯体工の生産性向上が課題となっている。i-Construction導入以降も現場打ちコンクリート躯体工の施工を担う専門工事業（鉄筋工、型枠工、とび工）の技能者不足（需要に対して供給が追いついていない状況）は継続しており（図1-19参照）^{1.11)}、現場打ちコンクリート躯体工の整備を持続可能なものとするためには、労働生産性をさらに向上させ、技能者不足に対応していく必要がある。また土木工事の労働投入量の14%をコンクリート工関連が占めていることから、土木工事全体の労働生産性の底上げのためにも、現場打ちコンクリート躯体工の生産性向上が喫緊の課題と言える。



※交通誘導員、電気通信技術者等を除く

図 1-16 現場打ちコンクリート躯体工の実態

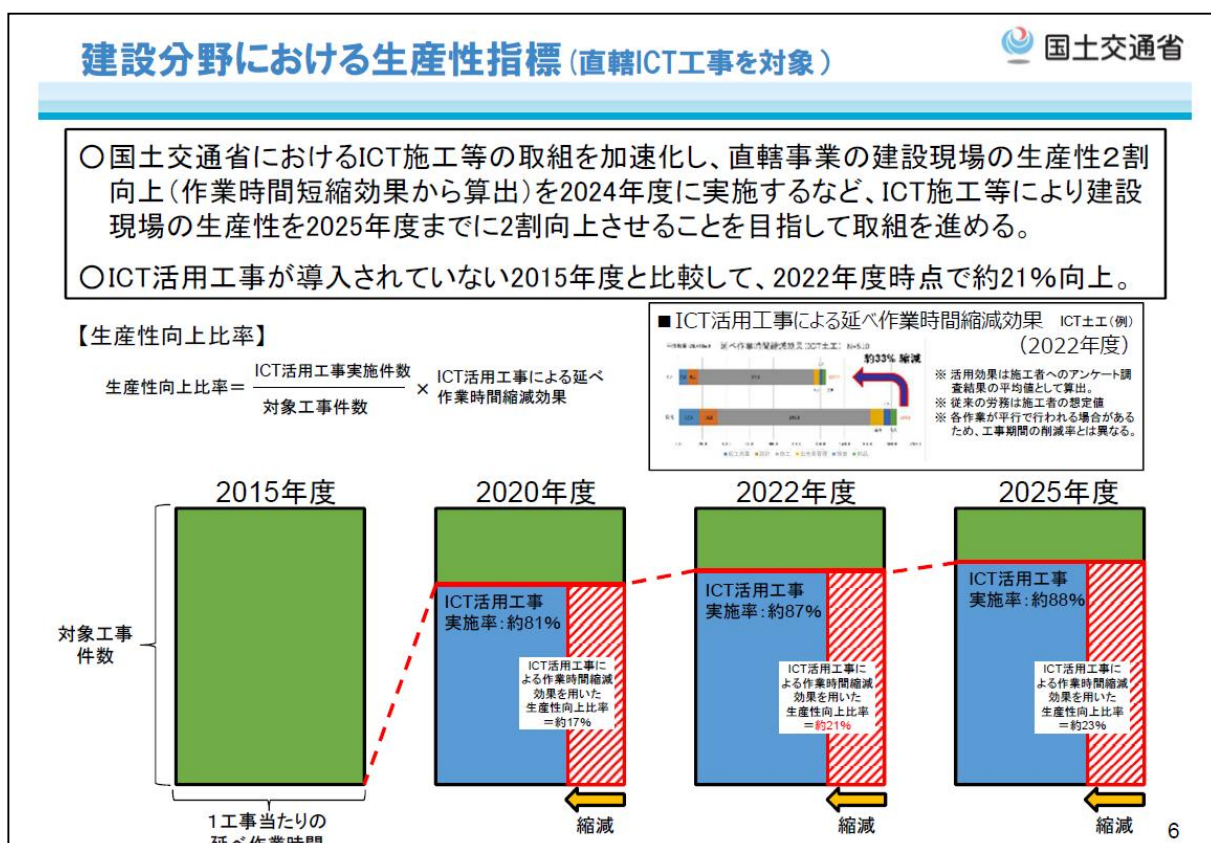


図 1-17 直轄工事での土工における生産性向上 ^{1. 12)}

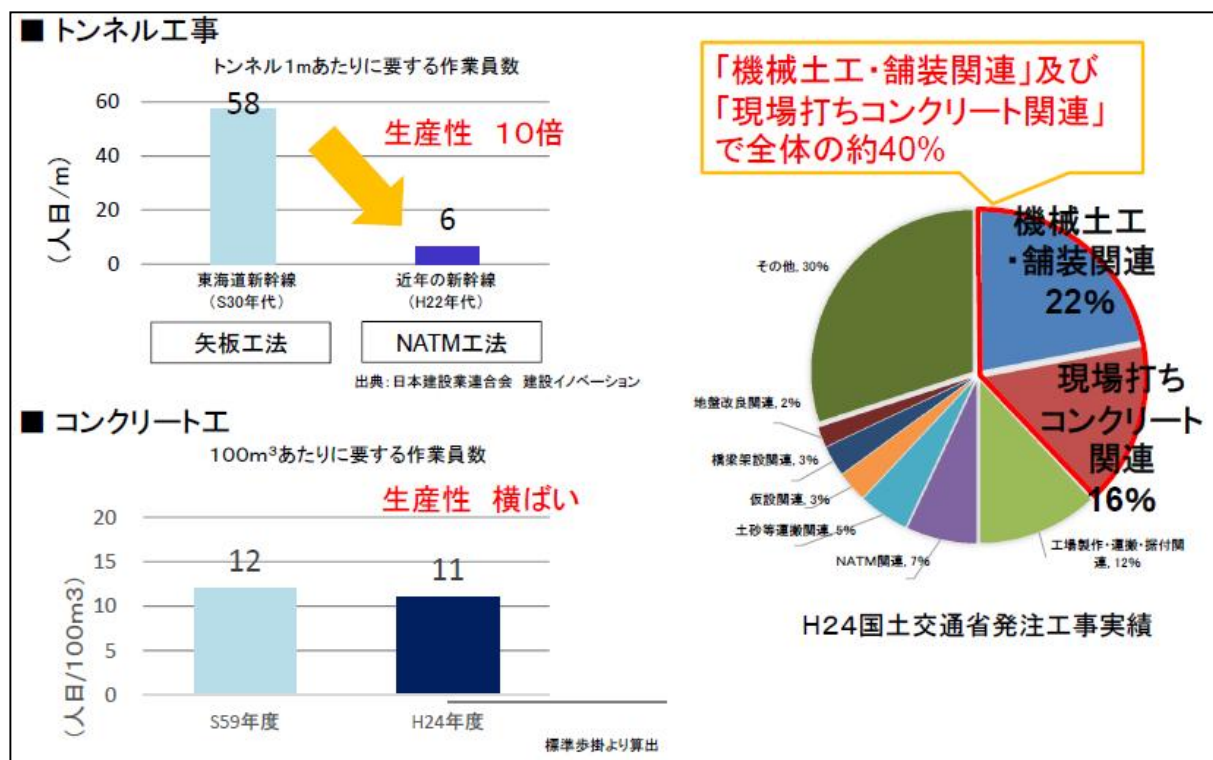
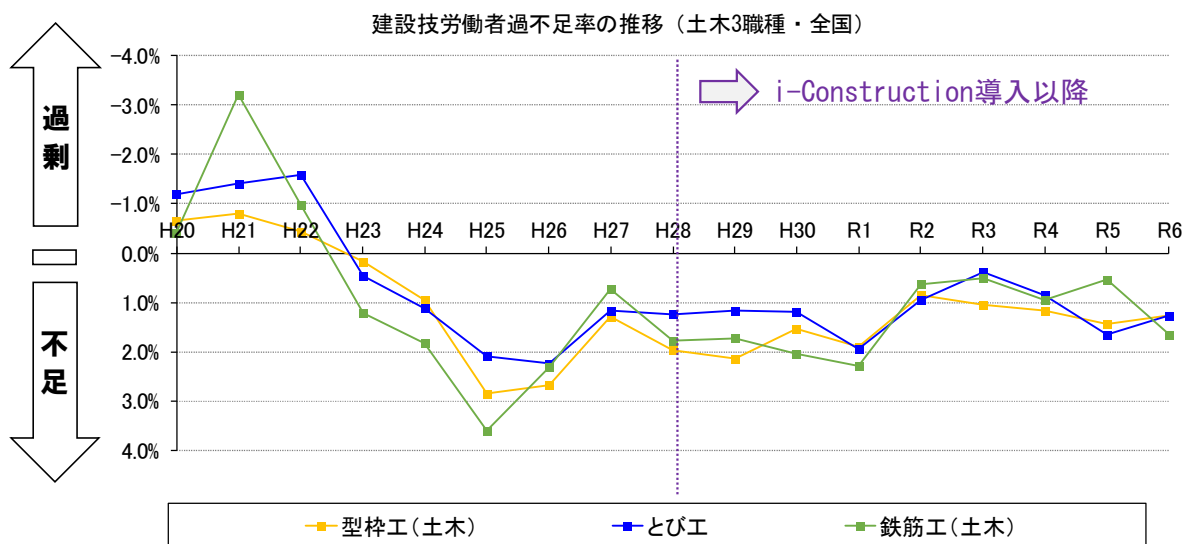


図 1-18 現場打ちコンクリート躯体工の生産性 ^{1.13)}



※出典: 国土交通省「建設労働需給調査結果」より整理

※縦軸は以下の式で定義される「過不足率」を示しており、値がプラスの場合は労働者が不足している状況である。

$$\text{過不足率} = \frac{\text{確保したかったが出来なかった労働者数} - \text{確保している労働者数}}{\text{確保したかったが過剰となった労働者数} + \text{確保したかったが出来なかった労働者数}} \times 100$$

図 1-19 現場打ちコンクリート躯体工の技能者の過不足率（土木3職種・全国）

1.4 現場打ちコンクリート躯体工の生産性向上に向けた課題

現場打ちコンクリート躯体工においては、鉄筋工や型枠工といった工種毎に異なる会社（専門工事業者）の技能者が施工を行うことが多い。このような施工形態の場合、図 1-19 に示すような専門工事業者の担い手不足が発生している状況では、ある工種を施工する会社の技能者が予定通り現場に入場できずに工程が中断することや、十分な技能者数を確保できずに施工効率が低下すること、さらに、現場内資材の人力小運搬などの人力での作業により生産性の低下を招くことになる。その結果、工事全体の工程遅延に繋がることもある。専門工事業者の技能者を確保できても、各工種で使用するクレーンのオペレーターが確保できなければ、生産性低下に繋がる恐れがある。したがって現場打ちコンクリートの生産性向上には、個別の工種の施工を効率化するだけでなく、コンクリート工の施工プロセス全体を検討することが重要といえる。

これらの対策の一つとして、連続した複数の異なる作業や工程等を遂行するスキル（技能・技術）を有する個人（労働者、技能者）である「多能工」^{1.22)}が有効と考えられる。多能工の活用により、工種間の手待ち時間の削減や、各工種に必要な技能者数の総人数を削減を図ることで、全体プロセスに必要な技能者の確保に繋がることが期待できる。以下のような多能工の対応例が考えられる。

- 型枠工、コンクリート打設工、鉄筋工、足場工、土工等を同じ技能者が担当する
- 特別教育のみ（国家資格不要）で操作できるクレーン^{1.26)}を技能者自らが使用する
- システム型枠^{1.27)}あるいは建設用 3D プリンタ^{1.28)}を活用することで、高度な技能を有する型枠工に頼らず施工する
- 埋設型枠を建設用 3D プリンタ等で作成し、型枠工の作業を軽減する

本共同研究では、上記に示した状態を「多能工施工」と定義し、専門工事業者による分業体制とは異なったやり方を見据えて、持続的に現場打ちコンクリート工の実施が可能となるよう、多能工施工による生産性向上手法等を調査・研究する。

第1章 参考文献

- 1.1) 内閣府：国民経済計算（GDP 統計）
- 1.2) 国土交通省：建設投資見通し
- 1.3) 東日本建設業保証株式会社：景況調査 40 年の結果に見る建設業の歩み（1981－2021）
- 1.4) 財務省：活力ある経済社会の実現安心で豊かな地域社会の確立（財政各論Ⅰ）令和 7 年 4 月 15 日
https://www.mof.go.jp/about_mof/councils/fiscal_system_council/sub-of_fiscal_system/proceedings/material/zaiseia20250415/01.pdf
- 1.5) 第一生命研究所：失われた 30 年の主因は人口減少か？主因はバランスシート不況に伴う国内設備投資の低迷～
<https://www.dlri.co.jp/files/macro/459053.pdf>
- 1.6) 藻谷浩介：デフレの正体 経済は「人口の波」で動く（角川新書）
- 1.7) 総務省：人口推計（2023 年（令和 5 年）10 月 1 日現在）
- 1.8) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口（令和 5 年推計）結果の概要
- 1.9) 総務省：労働力調査
- 1.10) 国土交通省不動産建設・経済局国際市場課：外国人技術者の確保・定着に向けた取組状況，令和 7 年 8 月 7 日．
- 1.11) 国土交通省：外国人技術者の採用・定着に向けたハンドブック
https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/content/001881761.pdf
- 1.12) 国土交通省：建設分野における外国人技能者の受入れ
- 1.13) 総務省：国勢調査
- 1.14) 国土交通省大臣官房参事官（建設人材・資材）付：建設労働需給調査結果
<https://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/rodo.htm>
- 1.15) 株式会社労働調査会：厚生労働省職業安定局調査委託 建設業における雇用管理現状把握実態調査報告書（令和 6 年度調査），2025.2.
- 1.16) 令和 5 年度建築大工技能者等検討会：地域工務店の育成、建築大工の担い手確保・育成について～とりまとめ～（令和 6 年 3 月）
- 1.17) 一般財団法人建設経済研究所：建設経済レポートー日本経済と公共投資ー，No.74，2022.3.
- 1.18) 関根健太：技能労働者の人材確保の持続可能性に関する調査，建設マネジメント技術，vol.536，pp.17-20，2023.1.
- 1.19) 市村靖光，関根健太，瀬崎智之：建設技能労働者の職業訓練制度に関する国際比較と考察，第 40 回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，2022.
- 1.20) 国土交通省：技能労働者に対する教育訓練について
<https://www.mlit.go.jp/common/000988355.pdf>
- 1.21) 厚生労働省：毎月勤労統計調査
- 1.22) 平川雄太，山口悟司，市村靖光，堤達也：i-Construction 等の取組みによる生産性向上効果の定量評価手法の検討，第 6 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」発表論文集，

pp.69-72, 2024.7.

- 1.23) i-Construction・インフラ DX 推進コンソーシアム：第 9 回企画委員会（令和 5 年 12 月 8 日）

https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/i-con_consortium/index.html

- 1.24) 国土交通省：コンクリート生産性向上検討協議会（第 1 回・平成 28 年 3 月 3 日）

<https://www.mlit.go.jp/tec/i-con-concrete-conference001.html>

- 1.25) 国土交通省：マルチクラフターを育成しよう！（リーフレット）

<https://www.mlit.go.jp/common/001175579.pdf>

- 1.26) 渡邊法美：定置式水平ジブクレーンの利活用による多能工の育成・奨励の試み，建設マネジメント技術，pp.14-21, 2020.2.

- 1.27) 一般社団法人日本建設業連合会：建築省人化事例集

<https://www.nikkenren.com/kenchiku/saving/thumbnail/2018-03-03.pdf>

- 1.28) 山本伸也，小倉大季，阿部寛之，菊地竜：建設用 3D プリンティング技術の開発とその実用化，コンクリート工学，Vol.59, No.8, 2021.8.

第2章 共同研究の枠組み

2.1 共同研究の実施項目

共同研究の実施項目は、以下に示すとおりである。

1. 多能工施工の海外実態把握

欧州における多能工施工の手法や必要とする技能者教育のあり方等について、情報収集する。

2. 工事を通じた多能工施工の手法検討

施工会社の技術的ノウハウに基づき、共同研究者（技術研究組合法に基づく技術研究組合についてはその組合員を含む）の受注した工事において、多能工施工や多能工施工の実施の円滑化に寄与する資機材を活用し、その効果や課題等を検討する。

3. 多能工施工のモニタリング

2. において、国総研の所有する各種センサーや工事日報入力システムを使用して、技能者の作業内容や作業時間等を把握する。

4. 多能工施工の我が国での有用性に関する評価

2. 及び3. の結果に基づいて、多能工施工の我が国の自然・社会・経済条件における有用性を評価する。

5. 多能工施工の普及方策に関する検討

4. における評価結果を踏まえて、我が国において多能工施工を実施・普及させるための課題、及び課題を克服するために発注者が取り組むべき施策を検討する。

2.2 実施体制

共同研究における分担は、表2-1に示すとおりである。海外実態調査や工事を通じた多能工施工の手法検討は、主に共同研究者が分担して実施し、モニタリングや有用性に関する評価、普及方策に関する検討は、主に国総研が実施した。

WGを3つ設置した。各WGのテーマは、以下に示すとおりである。

WG1：3Dプリンティング技術

WG2：定置式水平ジブクレーンによる施工改善

WG3：リソースマネジメント

表 2-1 実施体制

研究項目	研究細目	研究分担		
		国総研	共同研究者	
			指定	公募
1. 多能工施工の海外実態把握	・多能工施工手法の実態把握 ・多能工教育の実態把握	○	◎	—
2. 工事を通じた多能工施工の手法検討	・工事において、多能工やそれを生かす資機材活用について試行と検討	—	◎	◎
3. 多能工施工のモニタリング	・工事での多能工による施工状況のモニタリング	◎	○	○
4. 多能工施工の我が国での有用性に関する評価	・モニタリングデータ分析に伴う有用性評価 ・我が国での適用に関する課題の抽出と検討	◎	○	○
5. 多能工施工の普及方策に関する検討	・多能工の技能教育に関する方策検討 ・工事発注における促進策の検討	◎	○	○

2.3 全体工程

共同研究の全体工程は、表2-2に示すとおりである。

表 2-2 全体工程

研 究 項 目	研 究 細 目	年 次 計 画			
		R4 年度	R5 年度	R6 年度	R7 年度
1. 多能工施工の海外実態把握	・多能工施工手法の実態把握 ・多能工教育の実態把握				
2. 工事を通じた多能工施工の手法検討	・工事において、多能工やそれを生かす資機材活用について試行と検討				
3. 多能工施工のモニタリング	・工事での多能工による施工状況のモニタリング				
4. 多能工施工の我が国での有用性に関する評価	・モニタリングデータ分析に伴う有用性評価 ・我が国での適用に関する課題の抽出と検討				
5. 多能工施工の普及方策に関する検討	・多能工の技能教育に関する方策検討 ・工事発注における促進策の検討				

2.4 共同研究者一覧

本共同研究は、指定機関及び公募に応募した民間企業4者の協力を得て実施した。

表 2-3 共同研究者一覧

所 属 名	氏 名	役 職 名
国土技術政策総合研究所	瀬崎 智之	社会資本システム研究室室長（～令和5年3月）
	堤 達也	〃 室長（令和5年4月～）
	鈴木 宏幸	〃 主任研究官（～令和5年3月）
	大槻 崇	〃 主任研究官（～令和7年3月）
	山口 悟司	〃 主任研究官
	市村 靖光	〃 特任研究官
	平川 雄太	〃 交流研究員（令和5年4月～令和7年3月）
	有光 統仁	〃 交流研究員（令和7年4月～）
定置式水平ジブクレーンの活用促進及び建設技能者の働きがい向上技術組合（JIBS）（指定機関）	渡邊 法美 喜多 真一 中山 清暁 楠本 雅博 國島 正彦 石田 和敏 脇坂 行弘 近久 裕二 青木 宏文	理事長 ボンド大学（研究責任者） 専務理事 喜多機械産業(株)（研究員） 理事 中山興業(株)（研究員） 理事 (株)第一コンサルタンツ（研究員） 顧問 東京大学名誉教授（研究員） 顧問 元国土交通省四国地方整備局（研究員） 組合員 (株)亀井組（研究員） 組合員 県西土木(株)（研究員） 組合員 (株)クレーンタル野田（研究員）
株式会社加藤組	原田 英司 宗井 和正	取締役土木部長 土木課長
株式会社砂子組	近藤 里史 黒島 美男 真坂 紀至 西村 友宏 古川 大輔 野崎 了	専務執行役員（土木事業部担当） 専務執行役員（建築事業部担当） 常務執行役員 企画営業部 部長 土木部 技術管理室 設計技術課 課長 土木部 技術管理室 設計技術課 課長代理 土木部 土木課 工事長
株式会社フクザワコーポレーション	福澤 直樹 中沢 実 西川 裕司 大沼 悠一	代表取締役 技術管理部部長 建設部建設課長 建設部担当係長
宮坂建設工業株式会社	平野 令緒 都築 一憲 稲船 晃 木村 康裕 樽見 真人	執行役員副社長 兼 札幌支社長 常務執行役員 土木技術管理担当 常務執行役員 本社土木統括 土木技術管理部 審議役 土木部技師

第3章 欧米における施工・技能者育成

本章は、2025年4月上旬に共同研究メンバーを中心として実施した、産学官調査団によるスイスおよびドイツにおける現地調査の調査研究結果を整理してまとめたものである。

3.1 多能工施工を行う建設会社調査：ゲルマ社のヒアリング

スイスやドイツでは、元請け企業による直営施工が一般的となっている。その一つの理由として、工事現場での、我が国の鉄筋工、型枠工、コンクリート打設工などを一つに包括する多能工的職種（マウラー、RC工）の存在があると思われるが、一方で直営施工を効率的にするために多能工が発展した可能性とともに労働力不足、賃金の上昇によって発展した可能性も考えられる。

スイス・ベルン州東部に位置する地方都市マイリンゲンに本社を構え、土木、建築を含む総合建設会社として活動するゲルマ社へのヒアリング結果は、以下に示す通りである。

表 3-1 ゲルマ社概要

会社名	Ghelma AG Baubetriebe	
代表	ドミニク・ゲルマ (Dominik Ghelma)	
設立	1910 年	
拠点	ベルン州マイリンゲン (Meiringen)	
従業員数	約 260 人 (グループ全体)、本体約 180 名 ¹	
ホームページ	https://ghelma.ch/baubetriebe	

3.1.1 企業の経営方法

ゲルマ社は 1910 年の創業以来 115 年続く家族経営の建設会社であり、現在四代目（Dominik Ghelma（代表：CEO）、Sandro Ghelma（CFO））が代表を務める。グループの拠点があるベルン州および中央スイスを中心としたスイス国内で活動している。

ゲルマグループとしての主要事業の柱は、建設、資材生産・販売、廃棄物処理、不動産（販売、賃貸）であり、それぞれの分野に特化した子会社・関連会社が存在する。

先代の経営者は、建設部門を中心にグループを捉え、他の部門を付属的に扱っていたが、会社が大きくなった現在は、すべての部門を並列に同じ立場としてグループの経営を行っている。

¹ <https://ghelma.ch/baubetriebe>

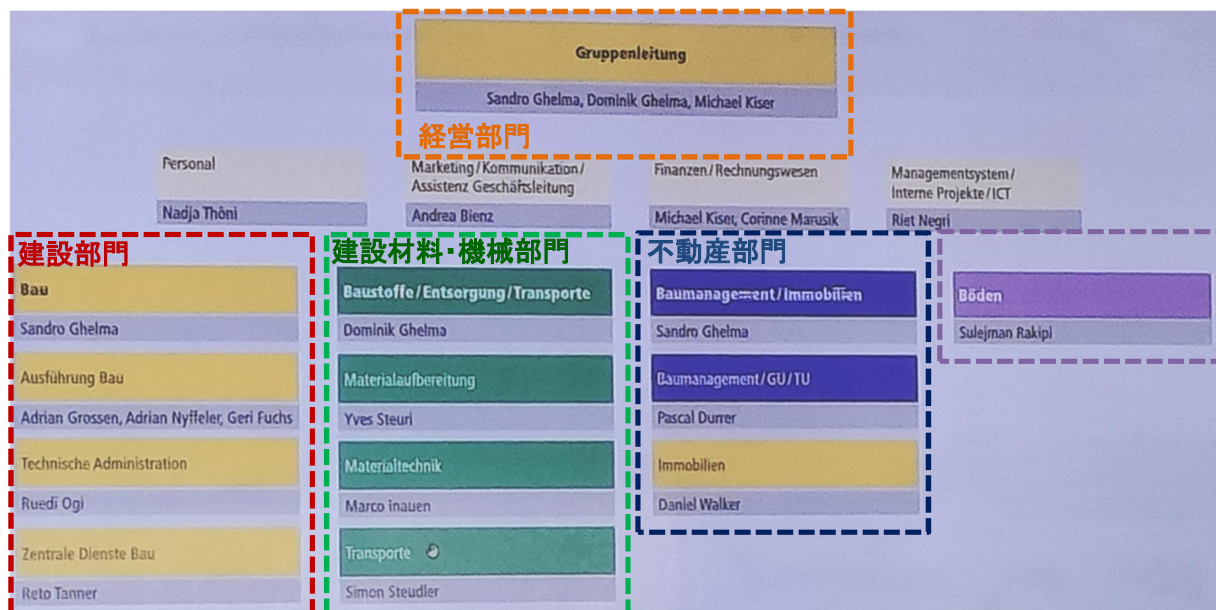


図 3-1 グループの構成（2025 年 4 月時点）

表 3-2 主な関連会社

分類	企業名	主要事業	事業所
建設部門	Ghelma AG Baubetriebe	建設工事全般（建築、土木、山岳、地盤）	Meiringen、Brienz、Interlaken、Grindelwald、Hofstetten、Wilderswil、Lungern
	Kaspar von Bergen Bau AG	特殊斜面工事、小規模建築、外構工事	Hasliberg
	GU Sprengtechnik AG	発破、解体	Meiringen
	Zimmermann AG Hoch- und Tiefbau（一部持ち株会社）	建築、土木、解体	Beatenberg
	ROCK TEC AG（一部持ち株会社）	斜面对策	Schattenhalb
建設材料・機械部門	Ghelma AG SKISAB	資材製造・販売（砂・砂利・コンクリート等）、運搬	Meiringen 等
	Ghelma AG REDEKO	リサイクル・廃棄物処理	Meiringen 等
	Aarekies Brienz AG	資材販売（砂・砂利・コンクリート等）、運搬、コンクリートポンプ	Brienz
不動産部門	Ghelma AG Bau / Immobilien	不動産建築、賃貸、販売	Meiringen
	Alpexa AG	建設企画、工事管理	Meiringen、Wilderswil、Giswil

Bau			Beteiligungen Bau	
				
Ghelma AG Baubetriebe	Kaspar von Bergen Bau AG	GU Sprengtechnik AG	Zimmermann AG Hoch- und Tiefbau	ROCK TEC AG
・ Hochbau ・ Tiefbau ・ Strassenbau ・ Untertag- und Felsbau ・ Kleinbau Meiringen, Brienz, Hofstetten, Interlaken, Wilderswil, Grindelwald, Lungern	・ Schreitbaggerarbeiten ・ Neubau ・ Umbau ・ Umgebungsarbeiten ・ Kleinbaustellen Hasliberg Goldern	・ Bohr- und Sprengarbeiten ・ Bauwerksprengungen ・ Schulungen und Kurse ・ Vermessung und Ingenieurarbeiten Meiringen	・ Hochbau ・ Tiefbau ・ Abbrucharbeiten ・ Umgebungsarbeiten ・ Kleinbau ・ Winterdienst Beatenberg	・ Felsreinigung ・ Felsicherung ・ Steinschlagschutz ・ Sicherheitsprengungen ・ Sicherheitsholzerei Schattenhalb
Baustoffe / Entsorgung / Transporte			Baumanagement / Immobilien	
				
Ghelma AG SKISAB	Ghelma AG REDEKO	Aarekies Brienz AG	Ghelma AG Bau / Immobilien	Alpexa AG
・ Steine ・ Kies ・ Sand ・ Beton ・ Mobile Aufbereitungsanlagen Meiringen	・ Recycling ・ Deponieren ・ Kompostieren ・ Muldenservice Meiringen	・ Brienzersand® ・ Rasentragschicht/Topdressing ・ Reitsand ・ Kies ・ Beton ・ Transporte Brienz	・ Bau ・ Verkauf ・ Vermietung Meiringen	・ Baumanagement ・ General- und Totalunternehmung Meiringen, Wilderswil, Giswil

図 3-2 ゲルマグループの構成（2025.4 時点）²² 表 3-2 記載の会社の他、持ち株会社が含まれる。

3.1.2 技能者の施工方法

ゲルマ社では施工を行う技能者を自社で雇用し、受注した工事の施工は自社施工を基本としている。下請けへの外部委託は追加的なコストが必要になるとの考えから限定的な利用に留まっていたが、近年は時間的効率性を高めるため外部委託が増加傾向にある。視察現場の範囲内で確認された外部委託の工種は、鉄筋加工、足場工、掘削・斜面对策（グループ会社）などがある。

夏季のみ施工が可能な山岳工事などでは、人材派遣会社を通じた有期雇用の労働者を雇用する場合もある。人材派遣会社ごとに得意な専門分野の労働者（作業員）を保有しているので、これにより派遣される技能工の技術レベルが担保される。

ゲルマ社が施工する工事現場でのヒアリングからは、現場で活躍するのはマウラー（躯体工）としての職業資格を持つ技能工が多い。マウラーは足場・支保工、鉄筋工、型枠工といった専門職の作業の他、コンクリート打設、土砂敷きの土工事など日本の一般建設作業員に相当するような幅広い役割を担っている。定置式タワークレーン運転資格を保有する場合は、クレーン操作も行う。大規模な工事では、近年作業の分業化が進んでいるとのことであった。

鉄筋コンクリート造建築工事の現場における聞き取り調査から分かった主要工種の施工方法の特徴は以下に示すとおりである。

<鉄筋>

- 加工は、小規模工事では自社で行うが、大規模工事では専門会社に外注する。
- 専門会社に「加工＋先組み」で依頼することもある。

<型枠>

- 在来型の木製型枠の他、システム型枠も日常的に活用
- システム型枠は自社保有（視察 3 現場中 2 現場にて確認）
- 壁厚等をセパレーターのネジ部で調整可能な新工法（ノエ社製）にも取り組み

<コンクリート打設>

- バケット打ちおよびポンプ車の両方を採用。日打設量、配管延長やクレーンの空き状況等に応じて選定
- ポンプ車を利用する場合、コンクリートの配合が変わり高価となる
- コンクリートポンプ車は自社保有

3.1.3 定置式水平ジブクレーン等の資機材の使用・運搬方法

(1) 定置式水平ジブクレーンの保有及び使用

ゲルマ社では 11 台（耐用年数 15～20 年程度）の定置式水平ジブクレーンを自社保有し、一部でレンタルの機材も活用している。自社保有機材の利用を基本とし、レンタル機材は保有機材が不足する場合に利用している。

保有機材は様々な現場条件に適用できるよう、揚重性能等の異なる様々な機種を揃えている。

今後クレーン市場の価格変動リスクに備えるため、自社保有台数を減らし、レンタルの利用を高める方針を持つ。

従業員には定置式水平ジブクレーン運転の教育を受けて運転資格を保有する技能工が多数おり、各現場で定置式水平ジブクレーンを使用している。スイス国内には期間工として働く労働者にもクレーン運転者も多く、運転士が不足する場合にも対応できる。

(2) 定置式水平ジブクレーンの運搬・設置

レンタルした特殊な機材、複雑な作業や高所作業を伴うものは一部外部委託することもあるが、通常は自社の人材と機材で定置式水平ジブクレーンの運搬・設置を行っている。通常半日で設置は完了する。

会社の保管ヤードから現場への運搬は自社保有の運搬台車を用いる。台車は国内で承認を受けたもので、道路走行時の制限速度は 25km/h である。

カウンターウェイトはユニック車で運搬する。クレーン運搬および設置に係る人数は通常 3 人（車両運転手 2 人（クレーン牽引トラック 1 名、カウンターウェイト運搬ユニック車 1 名）、機材専門家 1 人）となっている。運搬後の現場でのクレーン設置はこの 3 名により 4 時間程度で行う。

通常、大型のタワークレーンを使用する現場および時間経過とともに配置が変化する特徴を持つ土木工事の現場では事前にクレーン配置図を作成するが、小規模な建築現場では現場監督と職長が現場乗り込み後に相談して配置を決定することが多い。

コンクリート基礎の打設が不要な機材（self-erecting type）では、通常 6m×6m のスペースに砂利を敷いてから、鉄板（厚 25mm）を敷いて設置場所を整備する。



図 3-3 運搬台車および牽引車両の例



図 3-4 運搬の状況



図 3-5 設置状況

3.1.4 資機材の保管方法

(1) 重機

自社の機材置き場では、定置式水平ジブクレーンは運搬台車から外して保管している。運搬に先立ってクレーンを運搬台車に取り付けるのに要する時間は作業員 2 人で 2 時間程度である。

機材のメンテナンスも自社の整備工場で行っているが、2～3 年に一度必要となる法定安全試験・検査は第三者機関（KRAN AG 社）を通じて実施している。



重機保管ヤード：クレーン（3 台）、重機の保管状況



重機保管ヤード：KRAN AG タグ（赤枠）

図 3-6 自社機材置き場での保管状況



車両・重機整備場：概観



車両・重機整備場：作業ピット（左）

図 3-7 自社整備場

(2) 備品

倉庫内の備品は、ユーロパレットとフォークリフトを活用し整然と管理されている。パレットで扱えない小さな資材は金属製の小型コンテナに収納して運搬している。



資材倉庫：ユーロパレットを用いた資材管理の状況



資材倉庫：鋼製コンテナ（小物運搬用）

図 3-8 資材倉庫

3.1.5 技能者の育成方法

毎年 3～5 名程度の見習い訓練生(16～18 歳)を新規採用して若い技能者の育成を行っている。対象とする職種はマウラー、道路工、建設機械工など広範にわたる。

表 3-3 主な見習い訓練生³

職種	ドイツ語
マウラー(躯体工)	Maurer
道路工	Strassenbauer
タイル工	Plattenleger
道路貨物輸送専門職	Strassentransportfachmann
建設機械工	Baumaschinenmechaniker
事務職	Kaufmann

見習い訓練生は、スイスのデュアルシステム(週 5 日のうち、4 日は会社で現場作業、1 日は職業学校で授業。別途、訓練センターで年 6 週間(3 週間×2 回)の集中講義)に基づき訓練を受ける。

社内訓練に関しては訓練生向けの特別な現場を準備するわけではなく、他の職員と同じ現場に配属し、現場の職長(ポリヤー)が、各訓練生の進捗や課題を確認し、訓練内容を決定している。また 2 ヶ月ごとの会議で、成績や習熟度に応じた個別の支援策を検討し、実施している。訓練生は現場毎に異なる職長から指導を受けることができる仕組みになっている。

通常 16 歳から始まる訓練 1 年目は複雑で危険な現場を避け、初心者・見習いの立場で専門職の補助として配置する。2 年目は一定の筋力や技術がつき徐々に作業をこなせるようになる。3 年目は、一定の作業を独自にこなし、現場で戦力として活躍するまでに成長する。

訓練期間を終了して 1 年間の兵役に就く。その後、通常は正式にゲルマ社に就職する人と、他の大手建設会社等に就職する人の両方のパターンがあるが、大手建設会社に就職した人の中には、小規模なゲルマ社の仕事の方がより面白いと感じ 3 年ほどで戻ってくるケースも多い。

³ 2025 年 10 月時点の Web (<https://ghelma.ch/Info/Lehrstellen>) で募集中の見習い訓練職種

3.2 定置式水平ジブクレーンを用いる工事現場視察：建築工事 3 件

2025 年 4 月スイスでの現地調査で視察した 3 つの工事現場の概要および施工方法などについて整理した。

視察した 3 つの現場ではいずれも常設の水平ジブクレーンを設置していた。2 件は、設置・解体が簡易に行える機種（コンクリート基礎の設置準備が不要で、クレーン本体に付属するアウトリガーとカウンターウェイトの設置により利用する機種（リープヘルの L 型、K 型相当）であった。

施工会社が自社保有する簡易型の 2 機は、運搬から設置解体までを自社のリソースで対応していた。

いずれの事例でも、クレーンの水平ジブ部分は敷地境界を越え、また公道の上空を旋回する形で、設置・利用されており、我が国の工事現場の様子と大きく異なるものである。特に、Thun の現場（事例 3）では、工事現場から公共の道路を跨いだ借地にクレーンを設置するといった柔軟な利用方法を確認できた。

いずれの事例でも、工事現場で作業する技能工の数は少なく、日本の工事現場の運営方法とは異なる印象を受けた。この理由の一つは、多能工の職種といえるマウラーの存在が大きいと考えられる。スイスの建設工事現場においてマウラーは技能工の約半数を占めている。

鉄筋工事は、外部委託する職種の一つで、躯体工事の施工段階にあった 2 つの現場のいずれにおいても、専門工事業者へ外部委託されていた。

型枠はシステム型枠の利用が一般化しており、事例 2 の集合住宅の現場では特殊なセパレーター（現場で柔軟な寸法調整が可能で、型枠脱型時に取り外して再利用可能）を用いて、作業の効率化に取り組む様子を確認した。

コンクリート打設は、バケットを用いる計画であった（事例 2、3）。これはクレーンが常設されているためだと考えられる。

表 3-4 工事視察現場概要およびヒアリング結果一覧

		事例1	事例2	事例3
対象施設		戸建て住宅	集合住宅	集合住宅
場所		Matten	Matten	Thun
工事概要		既存物件の解体および新築工事 3階建て(1F:RC、2、3階:木造) 外壁などの木工事は契約対象外(施主による自社施工)	地下1階+地上3階建て3棟、計21世帯の新築工事 RC造	斜面を掘削、整地された土地への3世帯の集合住宅の新築工事 掘削・斜面保護は関連会社施工(1年前)
工期		2024年夏～(解体工事)		2025年2月～(本体工事)
現場条件		インターラーケン市内の閑静な住宅街 砂利敷きの私道(幅員3m程度)に接道	インターラーケン市内の閑静な住宅街 2方向で公道に接道 掘削土量:2,500 m ³ (内900 m ³ を埋戻し)	トゥーン湖畔、住宅が点在する丘陵地。 敷地の後背地は急峻な斜面 前面は狭い公道(幅員3m程度) 隣地に小学校
視察日の作業内容		外構部の埋め戻し	1F立ち上がり躯体工事(クレーンを用いたシステム型枠の場内小運搬など)	布基礎の型枠工事、コンクリート打設前の準備工
従事人数		2名(ポリヤー(マウラー)+1名) 躯体工事の時期:4～5名	5名(マウラー、大工(型枠)、一般作業員) 通常8～10名体制(固定メンバーは2～3名)	3人(全員マウラー) 通常4名体制(+1名はマウラー訓練生3年目)。 午後+1名(クレーンオペレーター) バウヒューラー:週2で現場訪問
定置式水平ジブクレーン	使用機材	SM Potain IGO 32(自社保有) ・半年前に設置、2週間後に撤去予定	Potain MDT 162 H(リース) (運転席が上部にある大型機材。本現場では地上でリモコン操作)	SM-Kran Liebherr 81K(自社保有) ・9月に撤去予定
	機種選定・配置計画	・作業半径を考慮して選定	・バウヒューラー ⁴ とポリヤーの相談により決定 ・最大荷重の吊荷の作業場所をもとに選定	・バウヒューラーが計画(ポリヤー配属前に決定済み) ・最大荷重(2次製品の階段)をもとに選定
	設置	社内スタッフにて半日	KRAN AG 社にて1日	半日 公道を挟む借地に設置
	オペレーター	ポリヤー他	—	3名のうち1名が保有 コンクリ打設時は専属で1名配置
	吊り具	チェーンタイプ 繊維スリングは型枠等の運搬に利用 パレットハンガー::支保工の場内小運搬等で利用	—	—
鉄筋工		—	仮組みした鉄筋(外部委託)を現場に搬入し設置	鉄筋の加工・施工は工事管理会社より別発注
型枠工		—	システム型枠(自社保有):ネジで壁厚等の調整が可能なセパレータを採用(新工法)。ノエ社製。 在来型:システム型枠のサイズが合わない場所(ダメ部分)で利用	システム型枠(自社保有)
ホームリフトコン	技能工	—		・マウラー:木鍍仕上げまで ・金鍍仕上げは専門工がパワートロウエルを使用(外部委託)
	打設計画	—	・バケット打ち:作業半径がポンプ車のアームで賄えないため ・130 m ³ /6時間	・バケット打ち ・18 m ³ /2時間
	バケット	600L	2種保有(床用、壁用。最大積載量4t)	1.5 m ³ (最大積載量) *施工は1 m ³ 程度/回で実施予定
	生コン車	—	10 m ³	7.5 m ³ (道路制約より)

⁴ バウヒューラー:複数の現場を担当する監督職。各クラスの職責は3.6.1参照



事例 1：現場全景



事例 1：クレーン作業_バケットで埋戻し土砂を運搬



事例 2：現場全景



事例 2：新工法のセパレーター（伸縮可能）



事例 3：現場全景



事例 3：クレーン配置計画図

図 3-9 視察現場の概況

3.3 定置式水平ジブクレーンをを用いる土木工事事例：ゲルマ社より情報提供された工事概要

ゲルマ社の社報 AVANTI（年 2 回発刊）の 2024 年 6 月号の表紙には、道路工事において複数の水平ジブクレーンを活用する様子が掲載されている。ゲルマ社より提供された資料から当該工事の概要等を整理した。

表 3-5 土木工事で定置式水平ジブクレーンを活用する事例

事業名	州道 226 号線 Gnoll-Meiringen 区間 Lässli Niwfuren 地区改修事業					
発注者	ベルン州土木建設局第一管区技術部(Thun)					
設計・施工監理	Basler & Hofmann AG 社(Luzern)					
工事概要	Lässli - Niwfuren 地区（施工対象延長約 150m）における道路排水の付替えおよび新設、1 車線通行規制下で施工。6 基の擁壁を解体後、マイクロパイル基礎の上に再構築され、鉄筋コンクリート造擁壁を設置し自然石で被覆。事業には以下の要素が含まれる； - Lehnen 橋新設工事: 既存の橋梁を解体後、新橋(90m)は直径 800～1000mm の大口径杭の上に構築。新設されたのは基礎、壁、橋床版およびコンソール部(片持ち部)。 - 道路工事: 擁壁区間では片側車線の上部構造を更新。法面区間では道路全幅にわたり上部構造を更新。					
施工数量	・掘削工(法面・擁壁) 2,700 m³ ・鉄筋工(法面・擁壁) 153 t ・コンクリート工 1,050 m³ ・自然石積擁壁 540 m² ・基礎路盤工 1,370 m³ ・舗装工(基層・表層) 1,150 t					
工期	2022 年～2024 年					
契約額	640 万スイスフラン(約 7 億円)					
現場条件	・狭隘な設置スペースおよび施工ヤード ・交通(1 車線)を維持した状態での施工					
施工体制 (管理部門)	・プロジェクト責任者 2 名(事務系、技術系) ・バウヒューラー1 名 ・ポリヤー3 名 *技能者の人数・体制は不明					
定置式 水平ジブ クレーン	現場内 4 か所(フェーズ 1 2 基、フェーズ 2/3 3 基)に設置					
		使用機材	フェーズ			機材揚重性能(作業半径/重量)
			1	2	3	
	1 号機	Datenblatt Potain MCT78	○	○		51m/1.05t ~ 12.6m/5t
	2 号機	Liebherr SM-Kran 81K	○	○	○	45m/1.4t ~ 13m/6t
	3 号機	Potain SM-Kran IGO 32		○	○	30m/1.1t ~ 10.1m/4.0t
4 号機	不明 *恐らく 1 号機を移設			○		
※クレーン運搬物: 型枠・鉄筋・コンクリート工の資材運搬 ※工事計画を守るため、複数クレーンを設置して施工						

現場全景(フェーズ 2。手前より 3 号機、2 号機、1 号機)



現場全景（フェーズ 2。手前より 3 号機、2 号機、1 号機）



图 3-10 施工箇所位置图

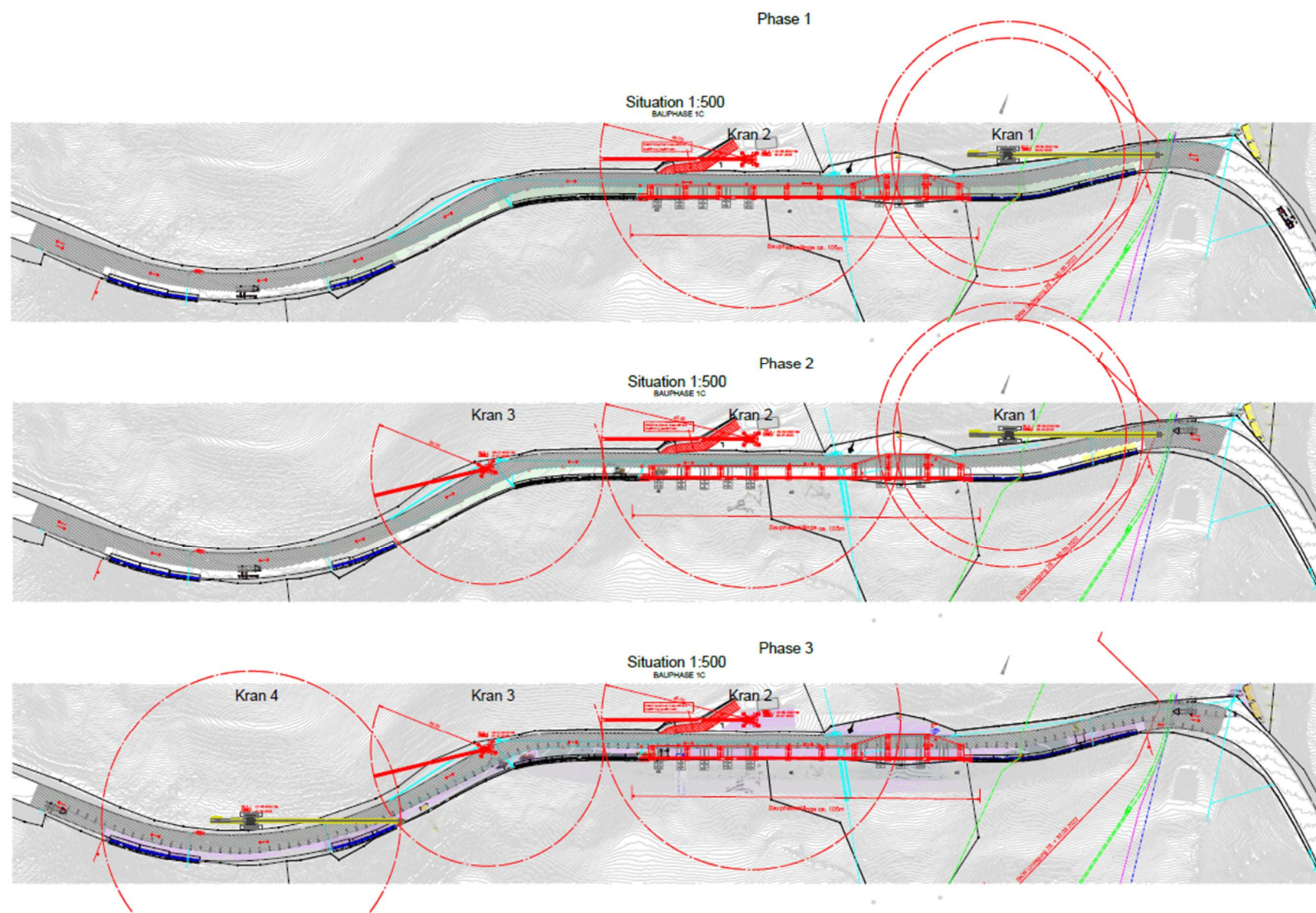


図 3-11 クレーンの配置計画図（フェーズ1～3）



現場全景（1号機）



橋梁部



斜面保護工



斜面保護工

図 3-12 現場の概況

3.4 欧州の定置式水平ジブクレーン

3.4.1 機種概要

2025 年 4 月にミュンヘンで実施された BAUMA の会場にて展示・紹介されていた水平ジブクレーンの様々な機種から、日本国内で特別教育（吊荷 5t 未満）を受講すれば運転できる小型の自動起立（self-erecting）タイプに着目した調査概要は以下のとおりである。

（1）Liebherr 社（リープヘル）

Liebherr 社より 2025 年に K 型の新機種として発売された 43K は 42K.1 と同等の作業半径を持つ機種である（後継機種の扱いが否かは不明）。43K と 42K.1⁵の最大吊荷重はともに 4.0t だが、大きな作業半径（10m～）での吊荷重は 42K.1 が優れる（但し作業速度は 43K より遅い）。

2024 年に発売された L 型の最新機種である 33L および 25L はそれぞれ、L1-32 と L1-24 の後継モデルである。25L/33L の最大作業半径や先端部の吊荷重はそれぞれ旧モデルと変わらないが、33L のタワー付近（ジブ根元）での吊荷重が向上（3.75t→4.0t）している。

表 3-6 水平ジブクレーン主要小型機種性能表（Liebherr）

	43K ⁶	42K.1	33L	L1-32	25L(27m ⁷)	L1-24 (27m)
マスト形式	伸縮 (@2.4m)	伸縮 (@2/3m)	シングル	シングル	シングル	シングル
最大揚程	30.2m	28m	21.3m	21.3m	19.2m	19.2m
最大作業半径	35m	36m	30m	30m	27m	27m
定格荷重 ⁸ 最大	4.0	4.0 [2.5] ⁹	4.0	3.75	2.5	2.5
10m	3.61	4.0 [2.5]	3.75	3.75	2.5	2.5
20m	1.75	2.32 [2.41]	1.69	1.69	1.15	1.13
30m	1.09	1.4 [1.49]	1.05	1.05	—	—
先端部	(35m) 0.9	(36m) 1.1 [1.2]	(30m) 1.05	(30m) 1.05	(27m) 0.8	(27m) 0.8
本体重量	11.3t	11.8t	10.1t	10.1t	8.3t	8.2t
価格(ビバレッジ工場渡し)	15 万ユーロ	—	13 万ユーロ	—	—	—
販売開始	2025 年	2004 年	2024 年	2016 年	2024 年	2016 年

グレーハッチ：旧型もしくは従来機種

⁵ 日本仕様の 42K.1/J は定格荷重（2.3t）が抑えられている

⁶ 特定の条件下（Load- Plus）で 42K.1 同等の揚重性能（35m/1.1t 等）が確保される。ただし、Load- Plus では作業制限（低速巻上げ、同時動作（巻上げ+旋回等）不可等）がかかる
(<https://assets-cdn.liebherr.com/versions/864eafaa-ccca-43ef-9d4b-0b1680bd99ed/original/>)

⁷ 27m: 25L および L1-24 にはそれぞれ 25m モデルと 27m がある

⁸ 原則カタログの標準利用時（ジブは水平、フックロープ 2 本掛け等）における値を記載

⁹ 42K.1：フックロープ 4 本掛け時の値。[]は 2 本掛け時の値

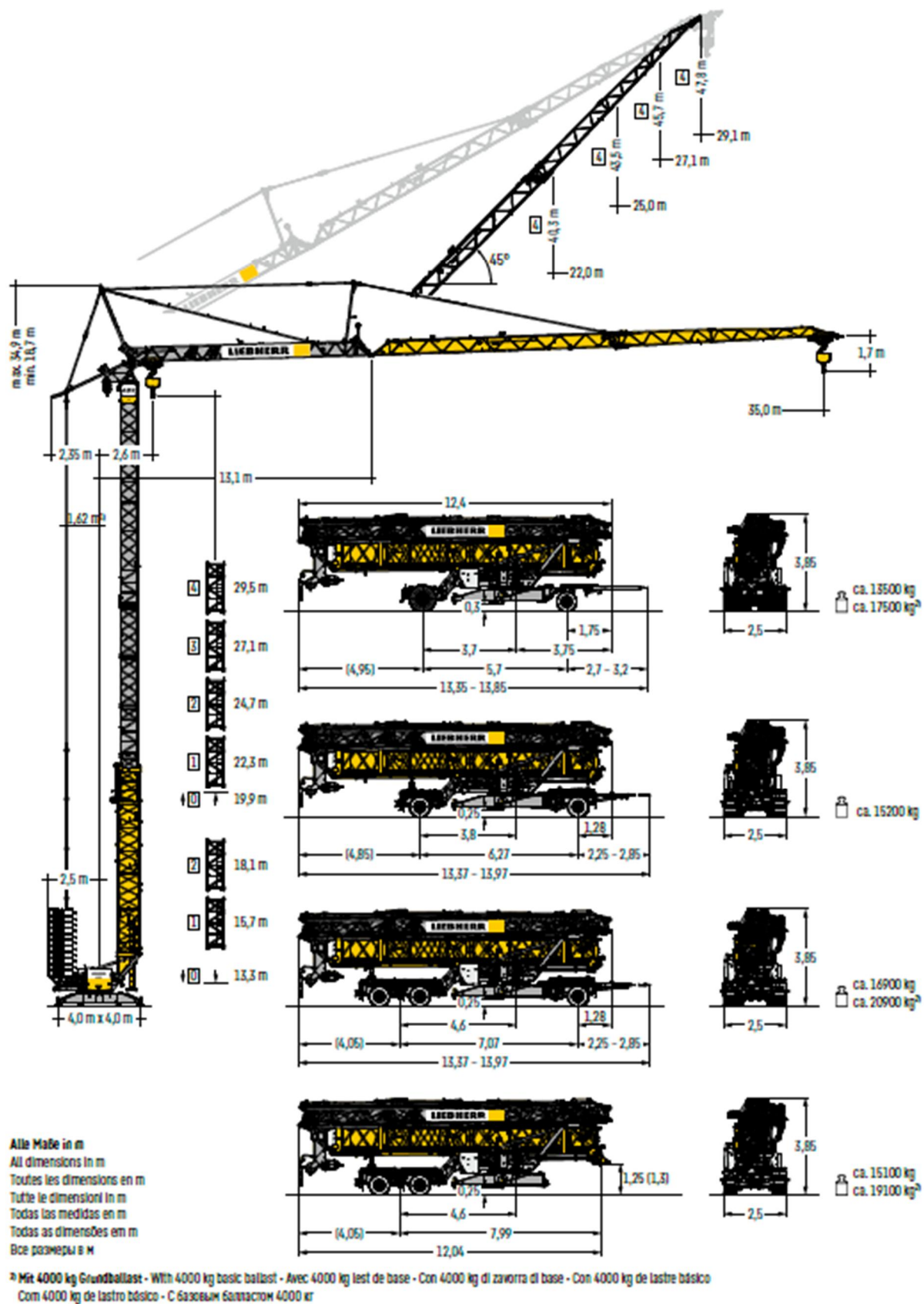


図 3-13 クレーン仕様図 (43K)

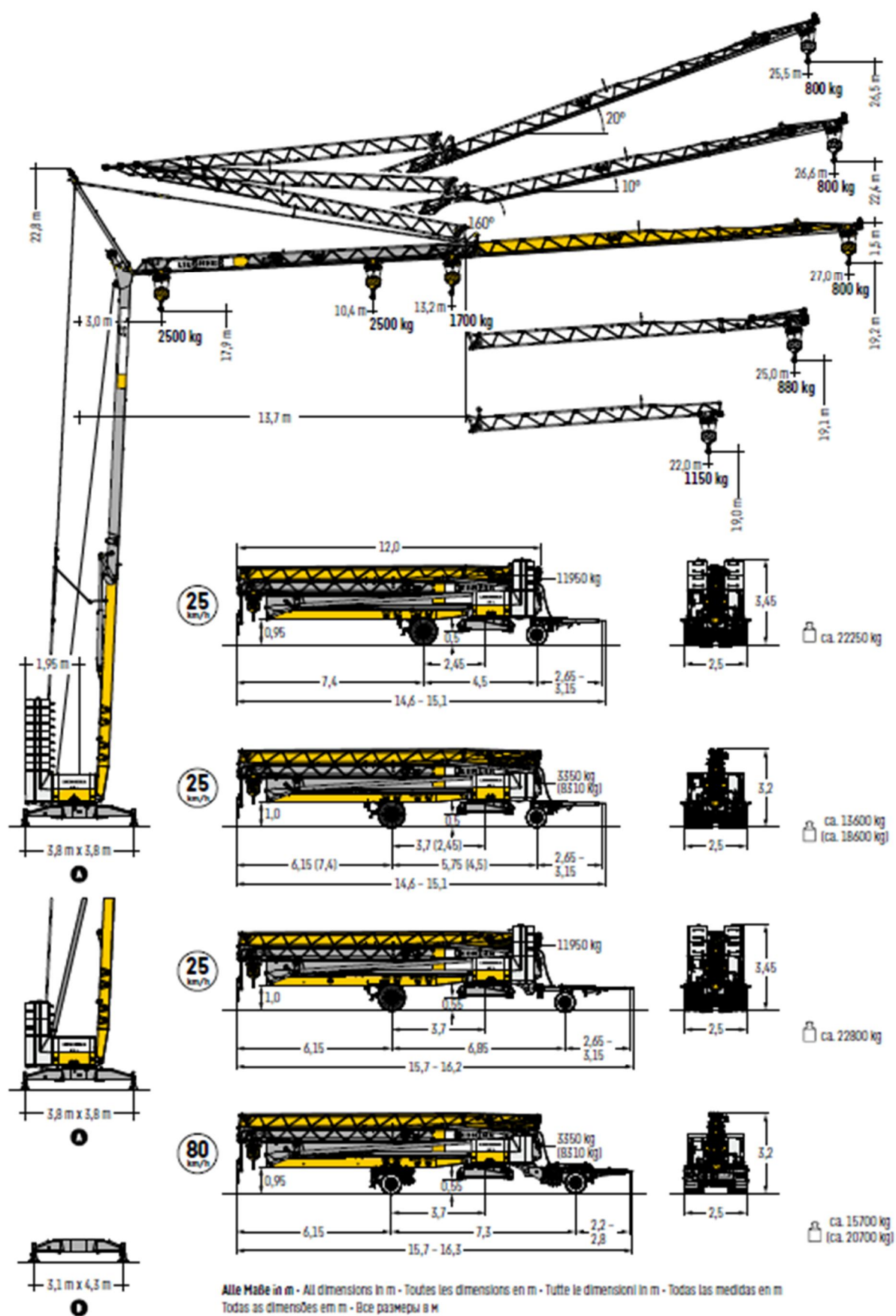
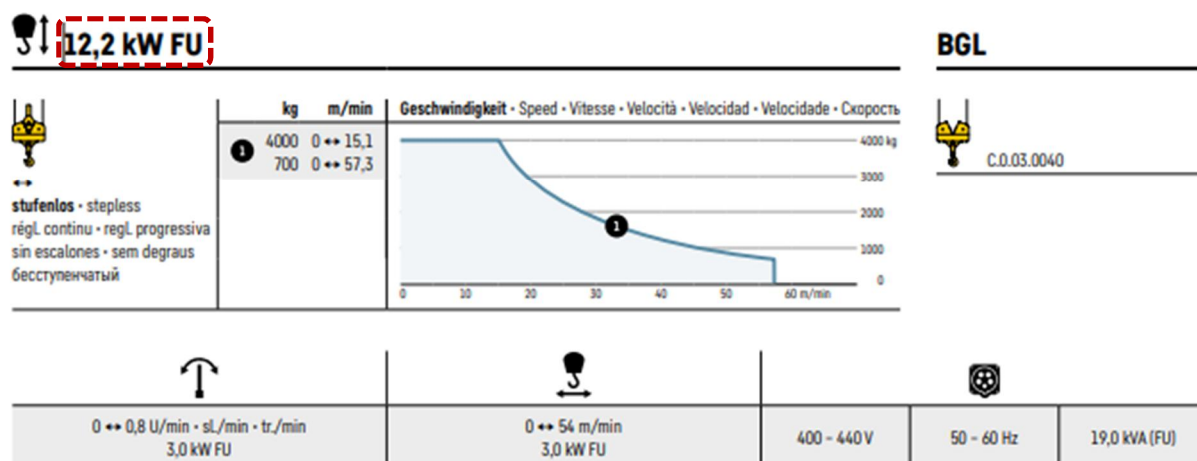


図 3-14 クレーン仕様図 (25L)

駆動ユニットは、43K では 42K.1 よりも大きな出力を持つモーター（11kW→12.2kW）が採用されている（図 3-15）。25L も同様に L1-24 よりも大きな出力を持つモーター（7.5kW→8kW）が採用されている。

Antriebe • Driving units • Mécanismes d'entraînement • Meccanismi Mecanismos • Mecanismos • Приводы



Antriebe • Driving units • Mécanismes d'entraînement • Meccanismi Mecanismos • Mecanismos • Приводы

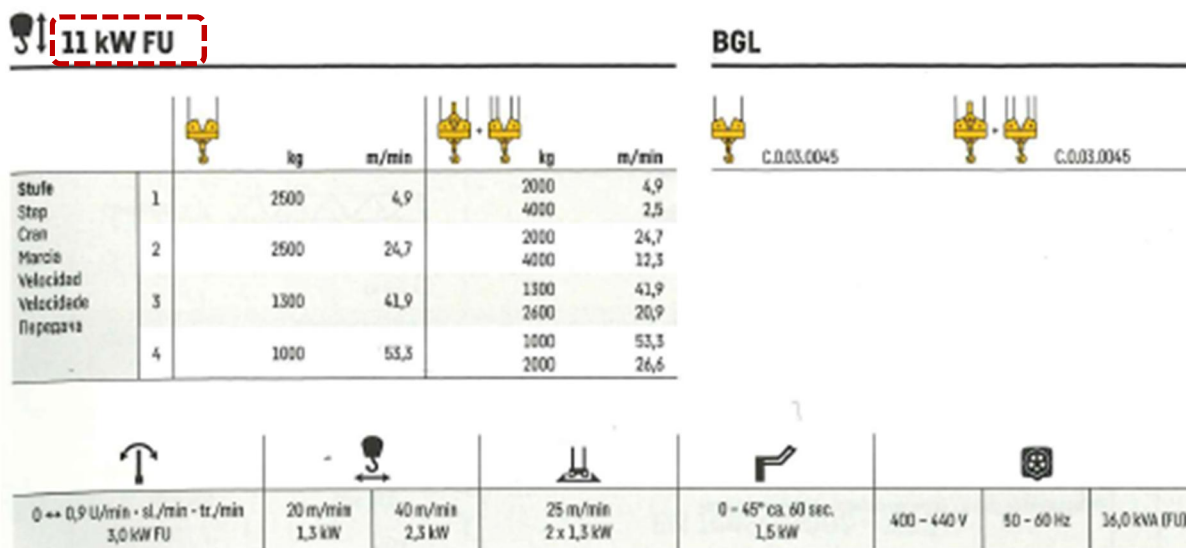


図 3-15 駆動ユニットの比較（カタログの仕様値。上：43K、下 42K.1）

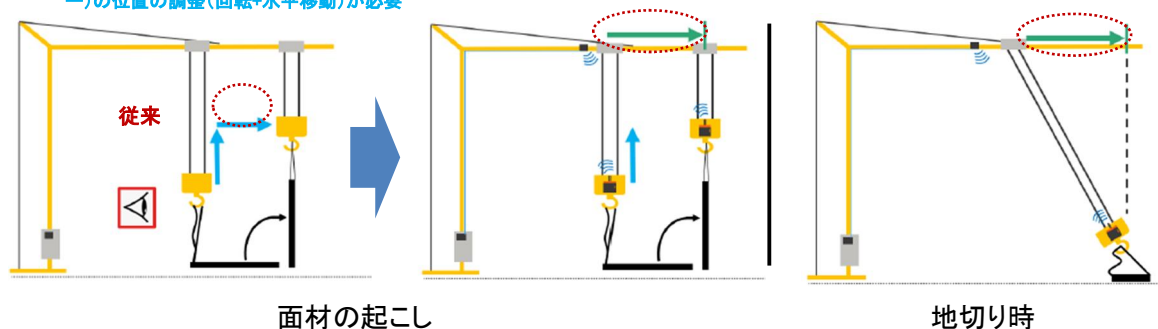
外観や定格荷重などのカタログに示されていた基本性能に大きな変化はないが、K 型、L 型の新機種には表 3-7 に示す新たな制御や操縦をアシストする機能が付加されて、作業性や安全性が向上するとされている。

表 3-7 新機種で導入された新たな制御・操縦アシスト機能

1. Sway control plus: 吊荷の揺れを吸収する自動制御装置
2. Vertical Line Finder: フックのワイヤー傾きを検知し、吊り上げ位置を自動でコントロールする機能。吊荷の地切りや寝かせた吊荷（面材、長尺もの等）を起こす際の荷振れが無くなり安全性が向上

従来: 目視で確認の上、コントローラーで吊元（トローリー）の位置の調整（回転+水平移動）が必要

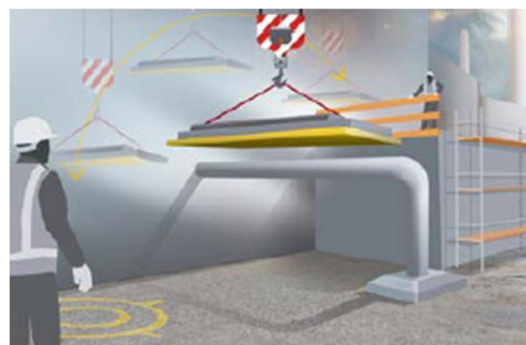
新機能: センサーがワイヤー傾斜を検知し吊元（トローリー）を吊荷上部まで自動で移動



3. Guided hock: 荷重フックを手で直感的に移動させることができる機能。吊荷の移動可能な軌道が狭く、繊細な操作が求められる場合でも（コントローラーを使わずに）安全に吊荷を移動する事が可能
4. Positioning Pilot: A点からB点まで登録した軌道を、簡易な操作のみで半自動で吊荷を移動（K 型のみ（L 型は非搭載））



3. Guided hock イメージ



4. Positioning Pilot イメージ

(2) Potain 社 (ポテイン)

Potain 社の水平ジブクレーンで日本に流通しているモデルは GTMR331C (J¹⁰)、および IgoT70A (J) がある。

現在の Potain 社の小型モデルの主要なものは、Igo (T) シリーズ、HUP シリーズ、Evy シリーズがある。それに加えて、Igo M や HUP M 等、機種名に M が付く運搬用のタイヤを付属するモバイル型がラインアップされており、これらは牽引方法に応じて 25km/h および 80km/h で公道を走行できる。

Evy は 2023 年に販売を開始した新しいコンセプトのシリーズで小規模住宅を主なターゲットとしている。

HUP および Igo T シリーズは伸縮マスト方式を採用しており、マストの高さを調整できるため、一つの敷地内に複数のクレーンを設置 (水平ジブ同士の衝突を回避) する場合に適している。

各シリーズには定格荷重の異なる様々な機種が存在するが、各シリーズ間の規模的な区分けとして、一般的には Igo、Evy<HUP<Igo T の順で作業可能な揚程や定格荷重が大きくなる。

表 3-8 水平ジブクレーン小型機種シリーズ別性能表 (Potain)

	形式/特徴	販売開始	性能			ラインアップ
			定格荷重	最大作業半径	揚程	
Igo M /HUP M	モバイル型 (車輪付属)	2020 年 (HUP M)	1.8~2.2t	22~28m	19~19.6m	4 モデル: IgoM14~21、HUP M28-22
Igo	シングルマスト	2001 年	1.8~4t	20~40m	17.1~23.2m	8 モデル: Igo13~50
Evy	シングルマスト	2023 年	2.2~4t	30m	22.9m	2 モデル: Evy 30-23 2.2t、4t
HUP	伸縮マスト	2016 年	4t	32、40m	27m、30m	2 モデル: HUP32-27、40-30
Igo T	伸縮マスト 操縦室設置可	2007 年	4~8t	40~55m	35~40.7m	5 モデル: IgoT70A~139

表 3-9 水平ジブクレーン主要小型機種性能表 (Potain)

	Igo T70A ¹¹	HUP 40-30	GTMR331	HUP 32-27	Evy30-23 4t	HUP M28-22
マスト形式	伸縮 (@3m)	伸縮	伸縮	伸縮	シングル	シングル
最大作業半径	40m	40m	35m	32m	30m	28m
最大揚程	35m	30m	26m	27m	22.9m	19.6m
定格荷重 最大	4.0t	4.0t	4.0t	4.0t	4.0t	2.2t
	10m	4.0t	4.0t	4.0t	3.8t	2.2t
	20m	3.06t	2.4t	2.35t	1.85t	1.05t
	30m	1.86t	1.45t	1.41t	1.1t	-
先端部	(40m)1.3t	(40m)1t	(35m)1.15t	(32m)1.0t	(30m)1.0t	(28m)0.7t
本体重量	16.43t	18.43t	13.3t	14.54t	10.5t	13.41t
価格 (ドイツ工場渡し)						約 30 万ユーロ
販売開始 ¹²	2012 年	2016 年	2003 年	2016 年	2023 年	2023 年
備考						車輪・カウンタウエイト一体型

グレーハッチ: 旧型もしくは従来機種

¹⁰ J: 日本向け仕様

¹¹ J: 日本仕様 (IgoT70AJ。定格荷重などを調整) とは異なる)

¹² 各機種のデータシート (カタログ) 作成年

Igo M Hup M			 m t								
	m	t	16	18	19	20,6	21	22	24	26	28
Igo M 14	19	1,8						0,6			
Igo M 24-19	19	1,8					0,73		0,57		
Igo MA 21	19,3	1,8					1,05		0,8	0,7	
Hup M 28-22 A	19,6	2,2				1,4					0,85

Igo			 m t													
	m	t	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30	36	40	
Igo 13	17,1	1,8				0,7										
Igo 15	19	1,8			0,9			0,7								
Igo 18	19,1	1,8					0,9		0,7							
Igo 21	19,3	1,8					1,05		0,8		0,7					
Igo 22	20	1,8									1	0,85				
Igo 30	21	2,2										1	0,9			
Igo 32	22	4								1,5			1,1			
Igo 50	23,2	4										2		1,4	1,1	

Evy			 m t										
	m	t	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30
Evy 30-23 2,2 t	22,9	2,2							1,45				1
Evy 30-23 4 t	22,9	4							1,45				1

Hup			 m t												
	m	t	16	18	19	20	21	22	22,7	25	27,4	28	32	36	40
Hup 32-27	27	4							1,85			1,35	1		
Hup 40-30	30	4									2,05			1,25	1

Igo T			 m t														
	m	t	28,5	30,5	31,7	33,4	33,5	33,8	35	40	42	45	47	48	50	55	
Igo T70 A	35	4	2,5	2,2					1,85	1,45							
Igo T85 A	38	6			2,75			2,5		1,8		1,4					
Igo T99	38,5	6			3			2,7		1,95		1,5		1,2			
Igo T130	37,3	8					3,9				2,25		1,7		1,4		
Igo T139	40,7	8				4,5					3		2,2		2	1,2	

図 3-16 各シリーズのラインアップ (Potain) ¹³

¹³ <https://www.manitowoc.com/media/13/download>

Potain 社のクレーンの安全性は、欧州基準（EN 13849-1）で求められる C レベル（PL c）の一つ上位の D レベル（PL d）を目指し設計・製造されている。

D レベルの安全性を達成するため導入されたクレーンコントロールシステム（CCS）は、クレーンの配電盤に実装され安全装置の集中制御を行っている。CCS には、機材のメンテナンスや遠隔診断結果、クレーンの稼働状況（運搬時間、吊荷重量等）、オペレーターの操縦ミスなどのデータを蓄積し、3G/4G モデムを介し Potain CONNECT¹⁴に接続している。

2 点間の自動輸送システムについては、今後 CCS に組み込む計画がある。

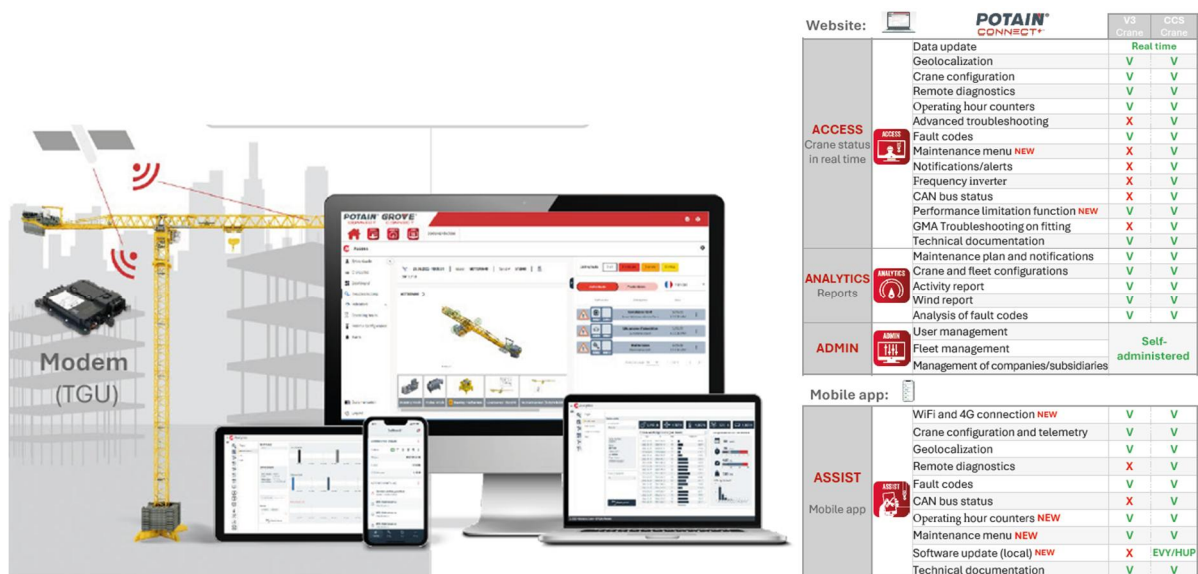


図 3-17 Potain CONNECT イメージ（左）とシステムコンテンツ（右）¹⁵

¹⁴タワークレーン向けのデジタルプラットフォーム。このクラウドベースのシステムにより、クレーンの所有者/オペレーターは、PC やスマートフォンを用いて、リアルタイム監視、リモート診断、メンテナンス支援などの、効率的な運用が可能となる。

¹⁵ <https://www.manitowoc.com/media/17769/download>

3.4.2 欧州における運搬方法

2025 年 4 月 BAUMA 会場における Liebherr 社展示ブースを訪問して聞き取りした調査結果を整理した。

欧州で一般的な水平ジブクレーンの運搬方法は、3 種類ある（表 3-10）。

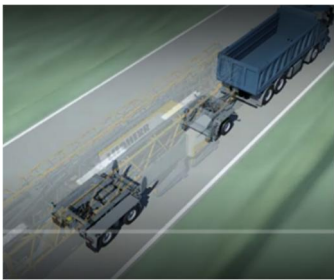
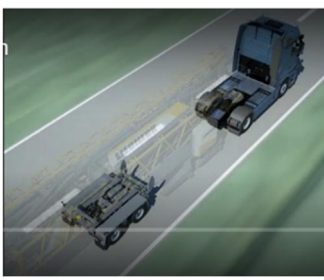
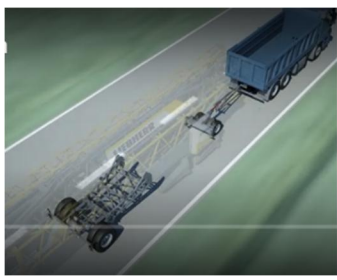
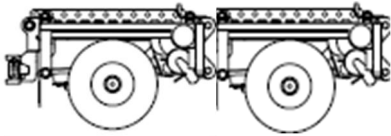
タイプ 1 および 2 は 2 軸の運搬台車（1 軸の台車を 2 台連結。LiTRAX HS-122/123）を用いたもので、台車自体にブレーキライトや方向指示器を付属するもので、高速（100-80km/h）での運搬が可能となる。牽引車両がフルトラクター方式（タイプ 1）とセミトレーラー方式（タイプ 2）のバリエーションがある。

タイプ 3 は 1 軸の運搬台車（Tra 120GY1 等+アダプター）を用いるもので、険しい地形への対応が可能な一方、運搬時の最高速度が 25km/h の制限がある。

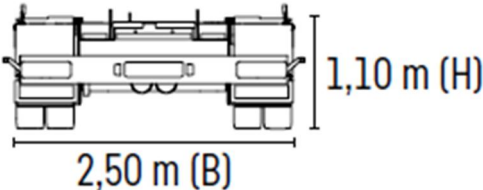
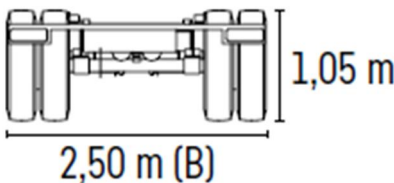
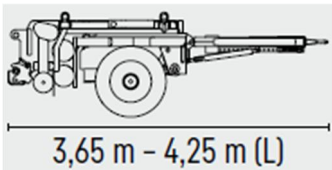
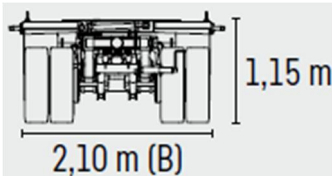
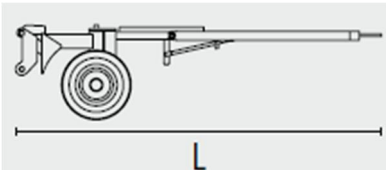
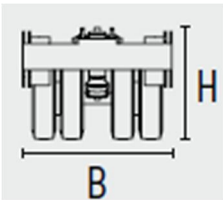
フルトラクター方式（タイプ 1/3）では、通常、別途補助前輪（LiTRAX HS-121、Tra100KY2/6 等）が必要となる。

51K や 61K をセミトレーラー方式（タイプ 2）で運搬する場合、牽引車両も含めた全長は 19.7 m、重量（牽引車両除く）は 17.4 t（車軸部が 13 t、トレーラー部 4.4 t）となる。

表 3-10 運搬方法の種類（Liebherr）¹⁶

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
イメージ			
牽引車両	フルトラクター	セミトレーラー	フルトラクター
運搬台車 (後輪)	・2 軸 ・ブレーキライト、方向指示器付属 ・参考価格(ドイツ):10 万ユーロ ・長距離運搬向け		・1 軸 ・サスペンションなし ・参考価格(ドイツ):3 万ユーロ ・短距離運搬向け
	 1,95 m (L)		 1,90 m (L)

¹⁶ <https://www.liebherr.com/en-us/p/658298-7110912> 図面

	 2,50 m (B) 1,10 m (H)  LITRAX HS-122 - starr LITRAX HS-123 - lenkbar	 2,50 m (B) 1,05 m						
補助前輪	 3,65 m - 4,25 m (L) 1,15 m  2,10 m (B) 1,15 m  LITRAX HS-121	 L  B H <table><tr><th>L (m)</th><th>B (m)</th><th>H (m)</th></tr><tr><td>4,15</td><td>1,45</td><td>1,10</td></tr></table>	L (m)	B (m)	H (m)	4,15	1,45	1,10
L (m)	B (m)	H (m)						
4,15	1,45	1,10						
最高速度	100km/h	80km/h	25km/h					
対象機種	41K、53K、81K 等							

3.4.3 日本における運搬の課題

2025 年 4 月 BAUMA 会場における Potain 社（Manitowac）展示ブースを訪問して聞き取りした調査結果を整理した。

日本に導入されている Potain 社の水平ジブクレーン GTMR331CJ および IgoT70A は、日本国内の輸送時にいずれの機種も分解作業を伴う。分解が必要な理由は、①台車の高さやはみ出し長さが大きく特車申請許可の取得が困難、②海外のタイヤ付属方式は日本で許可取得が困難、となっている。この分解作業に伴い以下の課題が発生する。

表 3-11 日本国内での水平ジブクレーンの運送に係る課題（現状）

- ・組立分解のコストおよび時間：
1 回の利用毎に 4 工程：①分解（置き場）⇒②組立（現場）⇒③分解（現場）⇒④組立（置き場）
- ・輸送コスト（走行、積み降ろし）の増大：
トラック 4 台（内 2 台は特車申請を要す）による運搬（GTMR331CJ の場合）
- ・組立分解作業における機材損傷リスク
- ・置き場でのスペース確保：
レンタル会社で保管スペースを抑えるため組み立て保管が一般的

特車申請は、マストおよびジブの部材寸法が長く、全長（車体+積荷）12m 以内の制限値を超えることが申請の事由である。

これらの課題解決のため Potain 社では輸送性改善に向け、欧州では一般的な「M（モジュール+モバイル）コンセプト」の日本への導入を検討している。

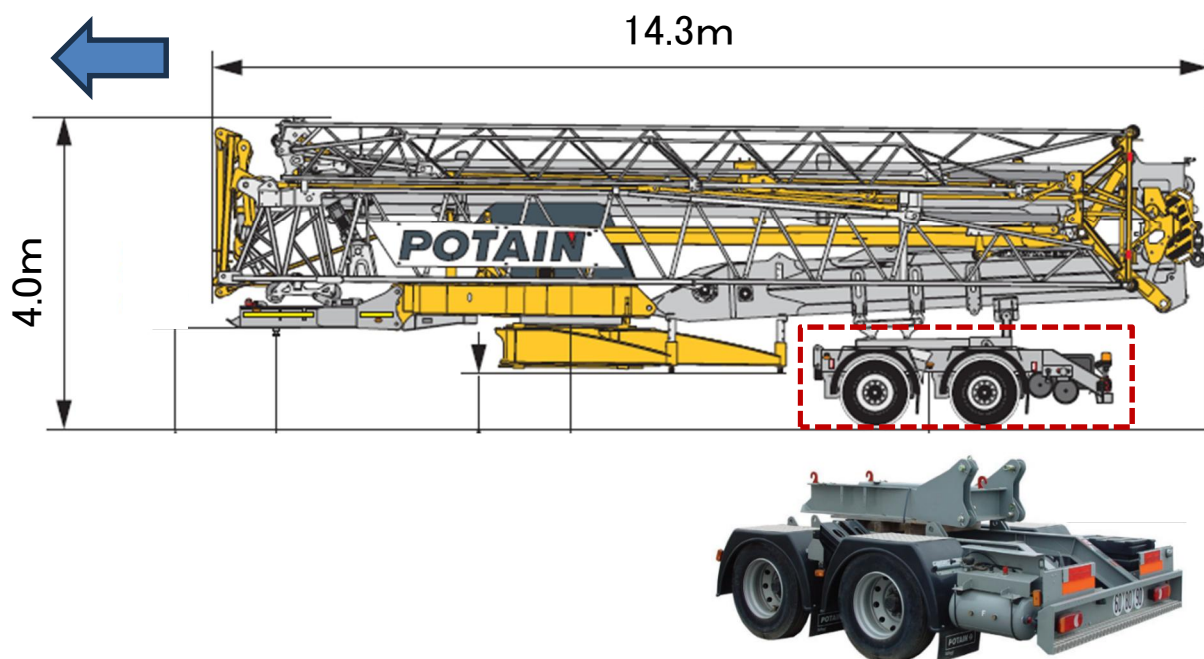


図 3-18 モジュールコンセプト一般図（着脱式の共用車軸型。SL122/J215M + HUP40-30 の例）

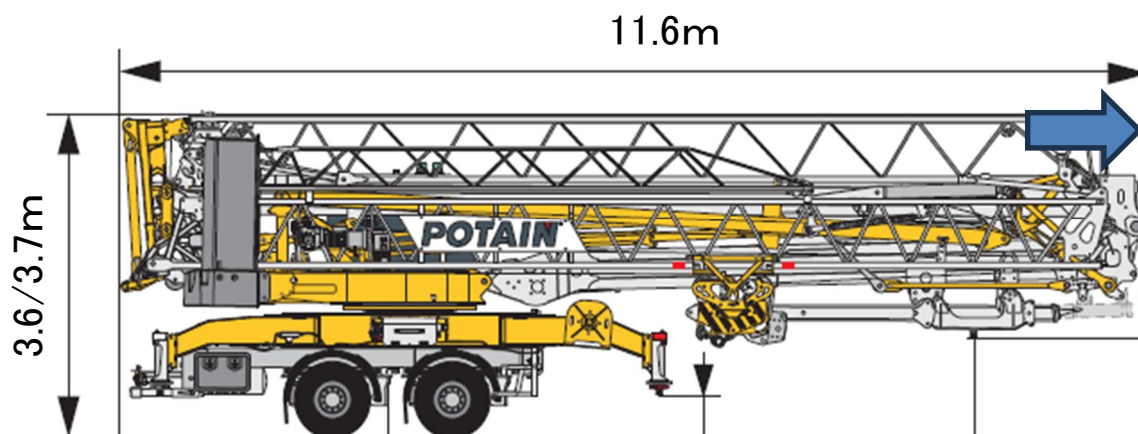


図 3-19 モバイルコンセプト一般図（車軸一体型の機種。HUP M 28-22 の例）

M コンセプトでは、クレーン本体の分解を行わずに機材を輸送するため、現場に搬送後、速やかにクレーンを立ち上げることが可能となる。

また、従来の特車申請 2 台を含む 4 台のトラックでの運送が必要となっていたが、モジュールコンセプトでは着脱式の専用車軸を用いることで、トレーラー 1 台（要特車申請）と 2 台のトラックの計 3 台での運送が可能となる（GTMR331CJ の場合）。

表 3-12 M（モジュール＋モバイル）コンセプトの概念

コンセプト	基本的な機構	製品名	備考
モジュール	・複数機種の輸送に対応する着脱式の共用車軸 ・走行速度：80km/h ・ポールトレーラー	<車軸> SL122/J215M 等 <対応機種の例> ・GTMR331CJ ・IgoT70AJ ・HUP 32-27、40-30	・車検（車両保安基準）緩和の認定を受けることで、公道の走行が可能 ・一部の地方運輸局からは車検緩和が認められる見込み
モバイル	・車軸一体型の小型クレーン ・セミトレーラー	HUP M 28-22 等	保安基準内（緩和なし）での走行を目指す

表 3-13 モジュールコンセプトの車検基準緩和イメージ

		全長	高さ	幅	車両総重量	備考
大型トラック（重量 20t） 車検基準		12m	3.8m	2.5m	20t	
モジュール コンセプト	HUP 40-30	14.3m (+2.3m)	4.0m (+0.2m)	2.5m	21.6t (+1.6t)	（基準超過部）の緩和を申請
	HUP 32-27	11.35m	3.8m	2.5m	17.9t	基準範囲内のモデル

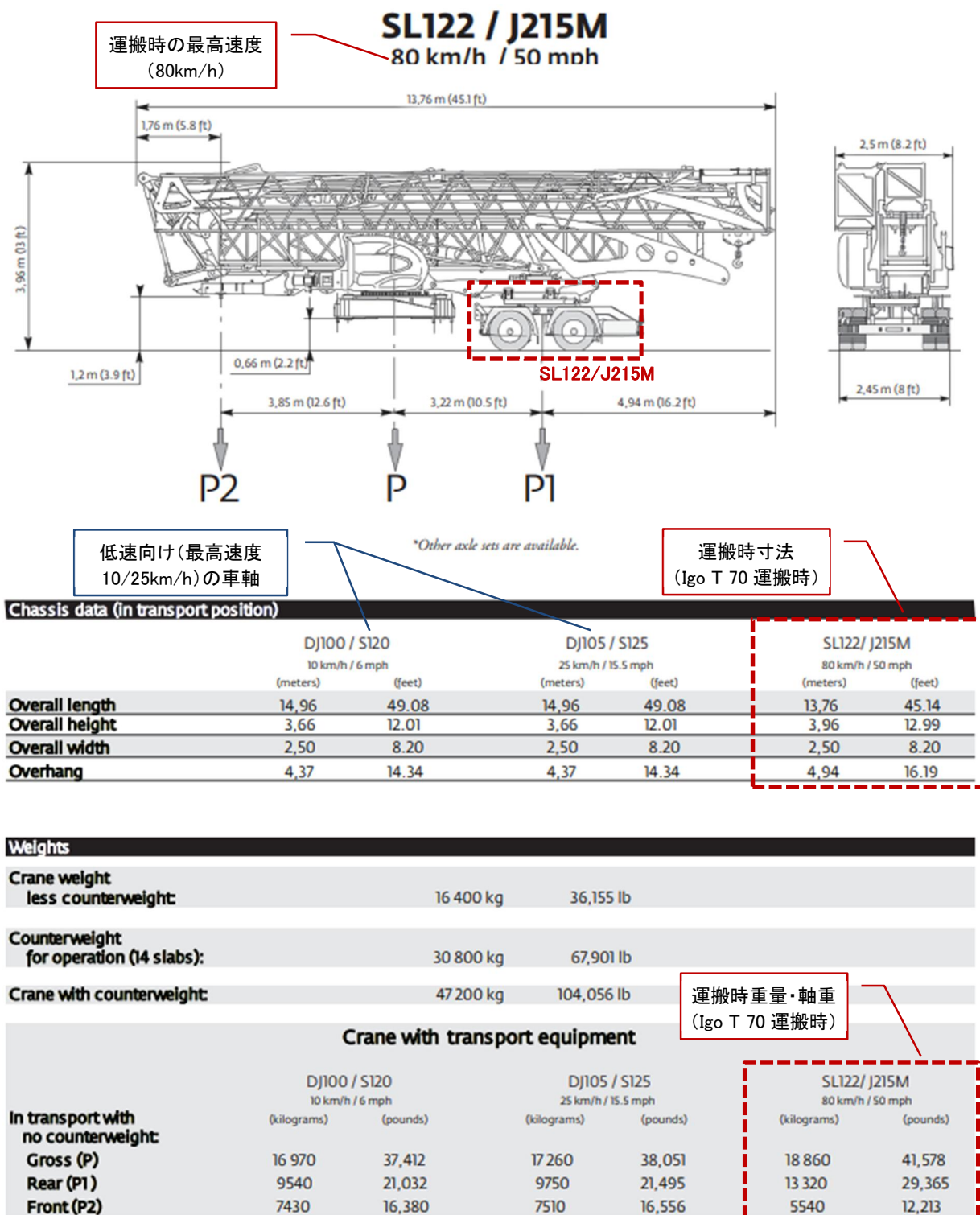


図 3-20 SL122/J215M (車軸) の仕様 (Igo T 70 運搬時) ¹⁷

¹⁷ <https://www.manitowoc.com/sites/default/files/media/divers/file/2020-01/IgoT70-Product-Guide.pdf>

3.5 ジブクレーン施工事例

過去に共同研究者が現地訪問調査した現場で、比較的情報量が多い 5 事例の調査結果を整理した。

表 3-14 整理事例一覧

整理番号	タイトル	現地視察日時
事例 1	アイガークレッチャー(V-Bahn)工事現場(ゲルマ社)	平成 30 年 9 月 25 日及び 令和元年 10 月 9 日
事例 2	メンリッヘン(V-Bahn)工事現場(アルピニス社)	平成 30 年 9 月 26 日
事例 3	グルンド(V-Bahn)工事現場(フルティガー社)	平成 30 年 9 月 27 日
事例 4	ツバイリッチネン橋工事現場(ゲルマ社)	平成 30 年 9 月 28、29 日
事例 5	ビルダーズビル道路工事現場(ゲルマ社)	令和元年 10 月 8 日

アイガークレッチャー (V-Bahn) 工事現場 (ゲルマ社)

ア) 概要
 工 事 概 要: 既存登山鉄道駅に隣接したロープウェイ山頂駅の建設工事
 工 事 費: 約 1,100 万CHF
 施 工 期 間: 2018.6.18~2020.12
 場 所: ベルン州アイガークレッチャー駅付近、標高 2,500 m で最大風速 69.4 m/s
 発 注 者: ユングフラウ鉄道
 受 注 者: 5 社 JV(フルティガー社、ゲルマ社他)、現場はゲルマ社及びフルティガー社担当工区
 主 な 構 造 物: トンネル工事、休憩／展望スペースの建設、法面保護、斜面整地
 コ ン ク リ ー ト 量: 6,000 m³(休憩／展望スペースの建設)
 掘 削 土 量: 23,000 m³
 使 用 ク レ ーン: 65K、65K1(Liebherr 社、作業半径 43 m、先端で 1.35 t)、16EC160/240(Liebherr 社、作業半径 62.5 m、先端で 1.4 t) の 3 台 + 81K の 1 台
 クレーンの選定方法: 山間部での作業のため 40 m のリーチが必要であり、運搬できる最大のものを選定
 クレーンの所 有: JV で購入
 視 察 日 付: 2018.9.25 及び 2019.10.9

イ) 施工
 水平ジブクレーンを使用した工種、作業: トンネル及び休憩／展望スペースの建設(足場等の資材の運搬、コンクリート打設(建屋))
 その他資機材を使用した工種、作業: ポンプ車によるコンクリート打設
 現場の施工体制: 40 人／日、ゲルマ社(15 人)が掘削と建屋・フルティガー社がトンネルを担当、マウラーがコンクリート打設と型枠工を実施、鉄筋工は専門会社に委託
 クレーンの運搬方法: 鉄道輸送(65K)
 クレーンオペレーター: 専属の操縦士が運転席より実施、操縦士休暇時はポリヤーがリモコン操作

ウ) 施工図面、図面・現地写真



65K のジブクレーン



バケットによる建屋のコンクリート打設



16EC160/240 のクレーン、クレーンの運転席は上部、クレーン基礎部



工事全景 <https://ghelma.ch/cmsfiles/2021_6435_neubau_v-bahn_grindelwald_%C3%BCbergeordnet.pdf>



トンネル全景



トンネル工事: 端部壁面の躯体工事

エ) 調査参加者(敬称略)

2018.9.25: JIBS: 國島、渡邊、楠本、喜多、大山、松浦
フクザワコーポレーション: 福澤 他

2019.10.9: JIBS: 國島、渡邊、楠本 他

メンリッヘン (V-Bahn) 工事現場 (アルピニス社)

ア) 概要	工 事 概 要: 大容量のロープウェイの終着駅の建設工事 工 事 費: — 施 工 期 間: — 場 所: ベルン州メンリッヘン駅周辺 発 注 者: ユングフラウ鉄道 受 注 者: 5 社 JV (フルティガー社、ゲルマ社他)、現場はアルピニス社の担当工区 主 な 構 造 物: 休憩／展望スペース、ゴンドラ等の収納建屋 コンクリート量: — 使 用 クレーン: リープヘル 34K (1 台)、作業半径 30 m、重量は 10 t (カウンターウェイトを除く) クレーンの設計最大風速: 44.4 m/s、ただし 16.7 m/s で作業中止 クレーンの所 有: アルピニス社の自社所有 視 察 日 付: 2018.9.26
イ) 施工	水平ジブクレーンを使用した工種、作業: 部材 (型枠、鉄筋) の運搬、コンクリート打設 (バケットサイズは 800 L (0.8 m³)) その他資機材を使用した工種、作業: — 現 場 の 施 工 体 制: 10 人/日、7:00～17:30 クレーンの運搬方法: トラック輸送 (クレーンで 1 台、カウンターウェイトで 2 台のトラックを使用)、トラックからの荷下ろし及び設置場所までの小運搬はトラックに付属するユニックを使用 クレーン設置にかかった日数: 半日 (組立、解体、故障時の対応は外部の専門会社が実施) クレーンオペレーター: (訪問日は) 現場内で 1 人 (ポリヤー) クレーンの保守及び日常点検: 工事の開始時と終了時に保守を実施 (工期が長い現場では半年に一回保守を実施) 上下の動きやワイヤートラブルなどの日常点検を実施 クレーンのトラブル: 故障が 1 回 (オペレーターのミスにより早く巻きすぎ過巻状態)
ウ) 施工図面、図面・現地写真	設置されたクレーン 型枠の運搬



作業員付近でのクレーンによる運搬



複数タイプの吊り具を吊り下げたまま使用

エ) 調査参加者(敬称略)

2018.9.26: JIBS: 國島、渡邊、楠本、喜多、大山、松浦

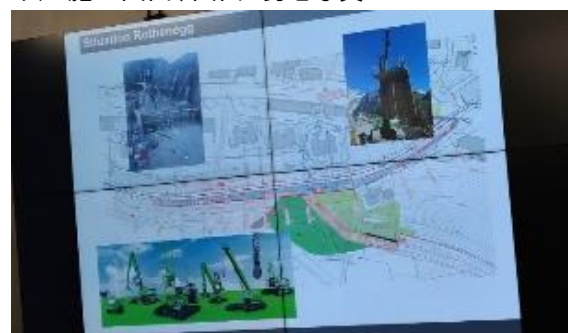
フクザワコーポレーション: 福澤 他

グルンド (V-Bahn) 工事現場 (フルティガー社)

ア) 概要
 工 事 概 要: 2本のロープウェイの麓側出発駅の建設工事
 工 事 費: —
 施 工 期 間: 2018.7~2019.10
 場 所: ベルン州グリンデルワルド・グルンド駅近郊
 発 注 者: —
 受 注 者: 5社 JV(フルティガー社、ゲルマ社他)、現場はフルティガー社担当工区
 主 な 構 造 物: 新駅、建屋、立体駐車場、変圧所(移設)
 コンクリート量: —
 使 用 クレーン: 計3台(調査時点では2台設置)、最大作業半径 76 m、高さは 54.6 m(2台目は同じ規格のものを 10 m 低くして使用)、Ramondi 製(イタリア)
 クレーンの選定方法: コンクリートや型枠の数量から作業人数・作業時間を算出してクレーンの能力を決定。小型4台を使用する案もあったが作業範囲の重複が多くなるため上記とした。機種は価格パフォーマンスにより選定
 クレーンの設計最大風速: 44.4 m/s(16.7 m/s で作業中止)
 クレーンの 所 有: JV で購入
 視 察 日 付: 2018.9.27

イ) 施工
 水平ジブクレーンを使用した工種、作業: 部材の運搬(最大荷重は 12 t の PC コンクリート支柱、その他型枠等)
 • コンクリート打設(2 m³・5.5 t のバケットを使用)
 その他資機材を使用した工種、作業: ポンプ車によるコンクリート打設(クレーンが稼働中の場合)、バックホウ
 現場の施工体制: 35~45 人/日、7:00~17:00、ほとんどがフルティガー社の直庸、鉄筋工事は下請会社が実施
 クレーンの設置場所: 湿地帯に山から岩石を持ちこみ埋め立てた地盤、何か所も試掘を実施し場所を決定
 クレーン設置にかかった日数: 上部は 1 日、基部に 1~2 日、ボーリングに 2 週間
 クレーンオペレーター: 地上部での無線操作はクレーンオペレーターやポリヤーが実施

ウ) 施工図面、図面・現地写真



施工図面



3 台のクレーン配置計画図



設置済みの 2 台のクレーンの配置図①



設置済みの 2 台のクレーンの配置図②



2 台のクレーンの設置状況



鉄筋束の玉掛け状況



コンクリートバケット

エ) 調査参加者(敬称略)

2018.9.27: JIBS: 國島、渡邊、楠本、喜多、大山、松浦
 フクザワコーポレーション: 福澤 他

ツバイリッチネン橋工事現場（ゲルマ社）

ア) 概要
 工 事 概 要: 山岳地域の道路橋梁整備工事
 工 事 費: 210 万 CHF
 施 工 期 間: 2018 年 3 月～2019 年 5 月
 場 所: ベルン州ツバイリッチネン駅付近
 発 注 者: ベルン州土木建設局
 受 注 者: ゲルマ社、Gerber + Troxler 社、Alpinice 社、Karl Anderegg(4 社 JV)
 主 な 構 造 物: 鉄筋コンクリート床版橋梁(ツバイリッチネン橋)
 コ ン ク リ ー ト 量: ー
 使 用 ク レ ー ン: 中型の水平ジブクレーン(Liebherr63K。43m:1,1t、11m:6t)。KRAN AG 社からリース
 耐 風 設 計: ー
 視 察 日 付: 2018.9.28、29

イ) 施工
 水平ジブクレーンを使用した工種、作業: 足場・支保工、型枠工、鉄筋工、コンクリート工
 その他資機材を使用した工種、作業: ー
 現 場 の 施 工 体 制: ポリヤー1 名、マウラー5 名、大工 1 名、見習い実習生 1 名
 クレーン設置期間 ー
 クレーンオペレーター: マウラー
 クレーンのトラブル: ー

ウ) 施工図面、図面・現地写真



工事全景



クレーン設置部分



橋梁部分



橋梁部分: 在来工法による曲面型枠



資材置き場



橋梁部分: 在来工法による曲面型枠

エ) 調査参加者(敬称略):
 2018.9.28 JIBS: 國島 他

ビルダーズビル道路工事現場（ゲルマ社）

ア) 概要	工 事 概 要: 交通量削減及び洪水対策を目的とした、全長 2 km の迂回路建設工事及び河道線形の修正工事 工 事 費: 8,000 万 CHF 施 工 期 間: — 場 所: ベルン州ビルダーズビル 発 注 者: ベルン州及び市町村 受 注 者: ゲルマ社他(JV) 主 な 構 造 物: トンネル、橋梁、ロータリー、下水道工事を含む コンクリート量: 120 m³(橋梁のみ) 使 用 クレーン: 小型の水平ジブクレーン(作業半径 35 m、先端で 1.5 t) 耐 風 設 計: 41.7 m/s 視 察 日 付: 2019.10.8
イ) 施工	水平ジブクレーンを使用した工種、作業: 橋梁建設(型枠の運搬) その他資機材を使用した工種、作業: 橋梁擁壁工事はショベルカーで実施 現場の施工体制: 橋梁工事は 18 人/日(ポリヤー 2 名、マウラー 5 名、機械操作員 3 名、現場作業員 2~3 名、見習い研修生 2 名)、ロータリー工事は 15 人/日 ポリヤーと型枠工は全工期を通じ同一者が従事。他職種は休暇で交代 クレーン設置期間 3 か月半(橋梁の完成時点で撤去) クレーンオペレーター: 有資格者 1 人+無資格者 1 人、ポリヤーも操縦可能 クレーンのトラブル: クレーンの電子部品を一部交換、冬場はクレーンのトロリーレールが凍結することがある(強い力でトロリーを動かし、氷を除去)
ウ) 施工図面、図面・現地写真	 
全体図	現場全景
	
橋梁部分:コンクリート打設はポンプ車使用	見習い研修生の作業状況(盛土のり面の保護工)
エ) 調査参加者(敬称略):	2019.10.8 JIBS: 國島、渡邊、楠本 他

3.6 スイスにおける技能者育成

3.6.1 建設技能労働者の特徴

(1) 職種

表 3-15 建設分野 (Baugewerbe/Bau) の職業資格の一例

スイスには、約 250 種の職業資格 (入職時の職業基礎訓練課程が設定されるもの) があり、そのうち建設関連では約 50 種類の資格がある。土木系では交通分野 (BV) の分類で、道路工、軌道工、基礎工などの資格がある。その他、土木、建築共通の資格に、躯体工、とび工、解体/はつり工等がある。特に躯体工 (Maurer: マウラー) は、建設業を代表する基幹的な職種で、建設技能労働者の約半数を占めると言われている。

ドイツ語	職業資格	備考
Bauwerkstrenner	解体/はつり工	
Betonwerker	コンクリート工	工場での二次製品作成
Gerüstbauer	とび工	
Gleisbauer (BV)	軌道工	
Grundbauer (BV)	基礎工	杭打ち、グラウトアンカー、鋼矢板
Industrie-und Unterlagsbodenbauer (BV)	土間工	
Maler	塗装工	
Maurer	マウラー (躯体工)	
Pflasterer (BV)	平板舗装工	
Strassenbauer (BV)	道路工	
Zimmermann EFZ	大工	型枠大工 (Schaler) は、原則、壁工 (Maurer) に含まれる

(2) キャリアアップ

スイスでは、職業レベル別の継続教育を受けた後、試験に合格することで、職長や現場監督といった上級職にキャリアアップしていく仕組みが確立している。

職級別の最低賃金が労働協約 (LMV : スイス全国建設労働協約 等) に規定されており、また、賃金の実態 (実績ベースの平均賃金) も職級との相関が高く、技能労働者のキャリアアップのモチベーションとして機能している。

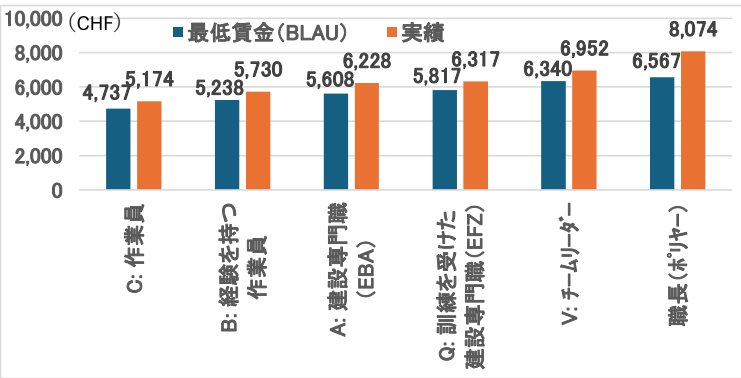


図 3-21 労働協約に規定される最低賃金と平均賃金の実績 (職級別月収。2024)

表 3-16 職業レベル比較表

スイス				日本(型枠工)		
グループ°	レベル	平均年収 〈CHF〉 (万円) 2024	割合 2023	グループ°	レベル	目安年収 〈万円〉 2023
Baumeister ハウマイスター、経営者	・最上位の建設技術管理者	－	－			
Bauführer ハウフューラー、現場監督	・通常複数の現場を担当 ・継続教育:主に 20 代半ば	－	18%			
Polier ポリヤー、職長	・人員配置や進行管理を統括 ・複数のチームリーダを配する ・自ら作業を行う場合あり ・7 年以上の実務経験 ・継続教育:主に 20 代前半	104,962 (1,831)	24%	Level4	・高いマネジメント技術を有する ・10 年以上の実務経験 ・3 年以上の職長 or 班長経験	525~ 863
Vorarbeiter: V フォアルバイター、 チームリーダー	・5 人程度の作業員をまとめる	90,736 (1,576)	23%	Level3	・職長レベル ・7 年以上の実務経験 ・1 年以上の職長 or 班長経験	484~ 808
Gelernte Bau- Facharbeiter: Q 訓練を受けた 建設専門職	・職業教育訓練 EFZ 修了者(3 年)	82,121 (1,432)	35%	Level2	・中堅技能者 ・3 年以上の実務経験	436~ 717
Bau-Facharbeiter: A 建設専門職	・職業教育訓練 EBA 修了者(2 年)	80,964 (1,412)				
Werker: B、C 作業員	・経験を有する作業員	74,490 (1,299)	－	Level1	・初級技能者 (見習い)	374~ 629
	・作業員	67,262 (1,173)				

スイス平均年収: 平均月給に 13 (13 か月目の給与あり) をかけた数値。換算レート: 1CHF=174.4 円 (2024)

(3) 外国人¹⁸労働者

建設業に従事する外国人技能労働者の割合は2023年時点で64.6%と高く、10年前と比較しても大きな変化はない。主な国籍は、ポルトガル、イタリア、旧ユーゴスラビア、スペイン等の欧州圏である（参考：日本の外国人労働者は約17.8万人。建設業技能労働者に占める割合は6%（17.8/300万人（2023）））。

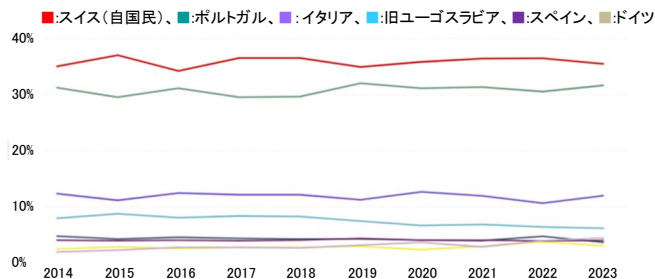


図 3-22 建設業に従事する外国人の割合 (%)

建設分野の職業訓練生に占める外国人の割合は28.1%（2021/22）となっている¹⁹。

スイスにおいては、就労は滞在許可を取得するための主要な根拠の一つであり、就労等に基づく居住許可（L許可（短期（1年未満）滞在）またはB許可（居住））を一定期間継続して保持することで、永住許可（C許可。国籍取得とは異なる）の申請資格が生じる。C許可は原則として10年の合法滞在後に付与されるが、EU/EFTA市民等には5年に短縮される場合がある。

(4) 年齢構成

スイス建設業界全体の平均従事者年齢は45歳（2025）で、2005年時の41歳と比較して高齢化が進んでいる。但しスイスでは建設技能労働者向けの年金制度が優遇されていて、60歳から年金が支給されるので、60歳以降建設現場でフルタイムとして働く技能労働者は極端に少なくなる。一般の労働者の年金は65歳から支給される。

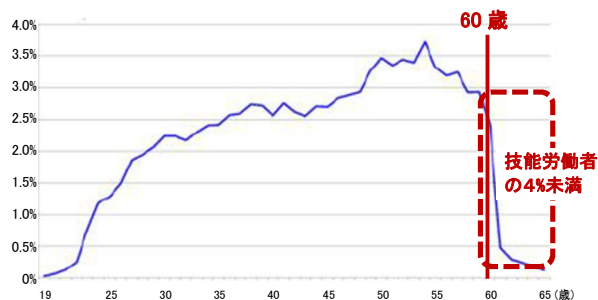


図 3-23 建設業従事者の年齢構成 (%)

(5) スイスの教育制度

義務教育である9年間（州により多少異なる）の初等教育および前期中等教育を終了した学生（通常は16歳）の大部分（約9割）は後期中等教育の課程に進む。

後期中等教育（Sekundarstufe II）の課程に在籍する約370,400人（2023/24年度）の生徒のうち、一般教育課程（日本の普通科高校に相当）の在籍者はわずか30%で、58%は基礎職業訓練（VET）課程に在籍している。

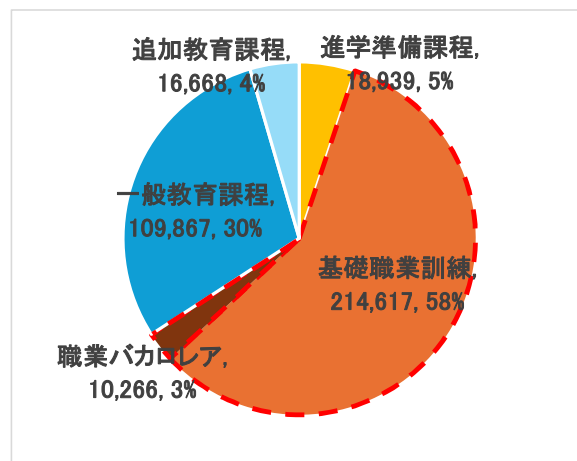


図 3-24 後期中等教育在籍者構成

職業教育制度で上位に位置づけられる職業バカロレアには、基礎職業訓練修了後に学ぶBM2（後期型）と基礎職業訓練と並行して学ぶBM1（在職型）の2つのパターンがある。

基礎職業訓練修了後に大学進学を目指す学生の割合は10%以下に留まる。

¹⁸ 本稿ではスイス国籍を持たないものと定義する。

¹⁹ <https://www.bfs.admin.ch/bfs/en/home/statistics/education-science/pupils-students/upper-secondary/vocational-training.assetdetail.24130090.html>

3.6.2 デュアル教育によるマウラー（躯体工）の職業訓練

スイスでは、企業（建設会社）が見習い訓練生と契約を結んだ後、訓練生への職業訓練が開始される。

見習い職業訓練は、受入れ企業と訓練施設（建設教育・研修・訓練センター、職業専門学校）でのデュアル教育システムが確立している。建設分野では多くの職業で3年間訓練を受け、試験に合格すると国家資格であるEFZ（連邦能力取得証明書）を取得することができる。多くの職業で勉強が苦手な学生向けに2年間で取得できるEBA（連邦基礎訓練修了証明書）の資格取得コースも設定されている。

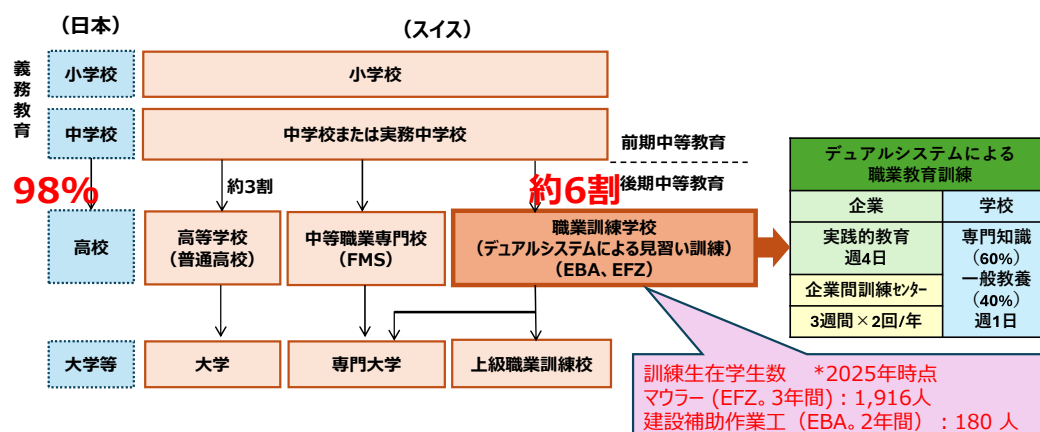


図 3-25 スイスの教育システム

職業訓練の内容は、連邦教育・研究・イノベーション省（SERI）が発行する「職業訓練に関する政令（BiVo）」に基づき職業別の資格要件および訓練項目・期間が設定されている。本政令に基づき、業界団体が主導して、受入れ企業や建設教育・研修・訓練センターが行う訓練の内容を設定している。

表 3-17 技能者育成の制度概要、体制等（マウラー。EFZ）

概要	- 連邦教育・研究・イノベーション省（SERI）が発行する政令（BiVo）に訓練項目・期間、資格要件等を規定 - BiVo に基づき業界団体（SBV）が職業別訓練計画を策定 2024 年 6 月 BiVo および職業訓練計画を改訂 - 訓練項目には二次製品の設置など近代的な施工に対応した技能の他、チーム作業における指導・監督など上位職を意識した内容が含まれる		
体制	a) 受入れ企業	b) 建設教育・研修・訓練センター（実技校）	c) 職業専門学校（学科校）
運営主体		業界団体（SBV、KBB）等	州政府（公立校）
訓練日数・時間	・訓練期間を通じ週 4 日 〈BiVo6 条〉	・24 日/年（3 週間×2 回）	・訓練期間を通じ週 1 日 （40 日/年） ・1080 時間（360×3 年）
訓練内容等	- 工事現場での OJT - 企業の指導員は労働時間の 5%（推奨値）を指導に充当 - スイス建設業協会（SBV）が、受入れ企業での訓練に関するガイドラインを作成	- 課題制作を通じた実技研修 1 年目基礎、2 年目基礎+演習、3 年目演習 - 学習日誌記録（修了試験の審査対象）や製図も含む - システム型枠も対象	- 机上での理論教育中心（作図、材料特性等） - 専門科目の他、指導・監督・コミュニケーションや一般教養、スポーツ等を含む
学校の例		Ausbildungszentrum Maurerlehrhalle Thun、 Maurer Lehrhallen Sursee	BZ emme（Burgdorf）、 Bildungszentrum Interlaken bzi

別途、基金（Parifonds-Bau）が設置されており見習い訓練生を育成する企業に対する補助金として充てられている。基金は企業および従業員のそれぞれが積み立てを行っているが、積立の対象は見習い訓練生を雇用しない企業も含むもの（従業員支払い賃金の0.5%）で、業界全体として職業訓練を支える仕組みとなっている。

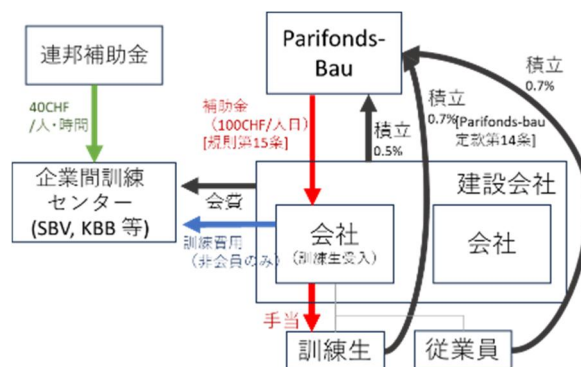


図 3-26 職業教育訓練の費用を賄う仕組み
(イメージ図)

- ・KBB がベルン州内で運営するマウラー向けの建設教育・研修・訓練センターが 3 か所 (Bern、Burgdorf、Thun) あり、そのうちの一つ
- ・訓練科目：マウラー。ポリヤーなどの継続教育は対象外 (Sursee の施設などで実施)。
- ・講師数：2 名
- ・新規訓練生数：101 名 (内女性 6 名) (3 か所合計。短期コース、EBA 等含む)
- ・訓練費用：KBB 会員は無料。

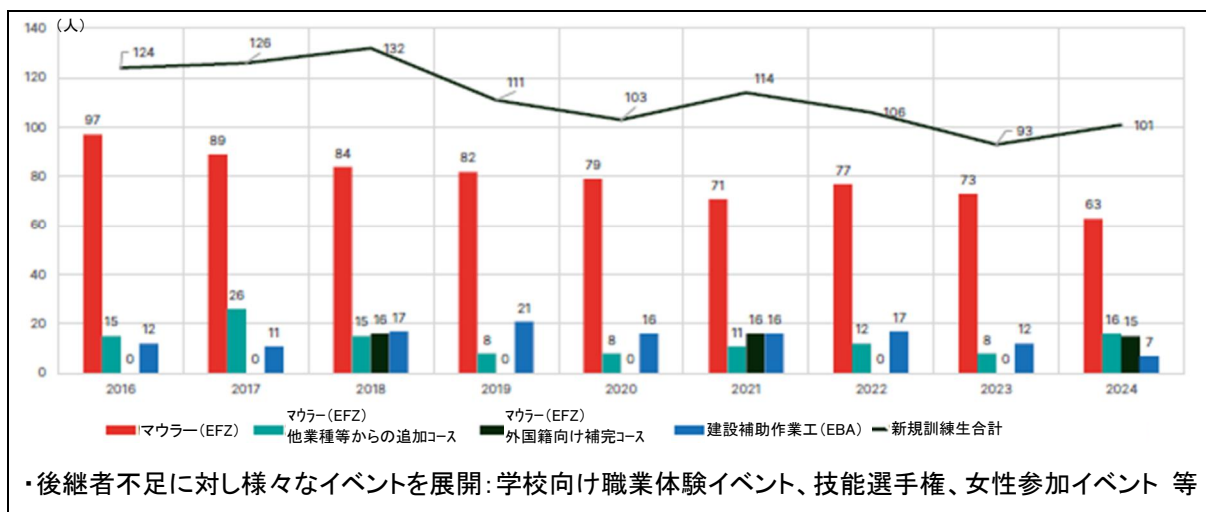
・全州レベルの教育大臣会議で決定する職業専門学校における訓練項目や項目別の訓練時間の目安を示した「ラーメンプラン(RLP)」に基づき訓練内容を設定

a 工事の準備 a1:建設計画を読解する、a2:労働安全衛生規則に従い、建設現場の区域を設定し、安全を確保する、a3:建設現場での作業の準備を行い、建設材料や工程が更新されていないか確認する、a4:建設現場のスケッチを作成する、a5:納品された円設資材を確認し、保管する、a6:要請に応じて建材等を提供する
b 工事の実施 b1:工事現場の簡単な状況を把握し、記入する、b2:建設現場内の安全導線を確保する、b3:建設現場の廃棄物を環境に優配慮した安全な方法で処理する、b4:部材を保護、補強する、b5:部材を解体する、b6:簡単な土工事、排水、配管工事を施工する、b7:型枠工、鉄筋工、コンクリート打設工、b8:組石工、b9:モルタル、防水材、断熱材から部材を作製する、b10:簡単な排水システムの設置と運転、b11:プレハブ部材の移動
c 工事の指導及び監督 c1:担当する工事エリアにおける簡単な指導、c2:担当する工事エリアにおける簡単な作業の監督、c3:在庫の棚卸及管理、c4:簡単な工事作業の報告、c5:完了した建設現場作業をチームで話し合い、今後の作業工程と自身のコンピテンスを最適化する
d 様々な利害関係者とのコミュニケーションと協力 d1:建設現場での様々なチームにおける協力関係の構築、d2:建設作業に関する情報の入手と伝達、d3:建設現場での簡単な対立の解決

- ・システム型枠ではなく在来工法による型枠工事の実習
- ・専門的な計算:コンクリート数量の算定手法など
(ポリマーなど上級資格では建物一棟の総工費算出や見積作成方法、企業経理(賃金、利益含む)や、熱技術(夏季・冬季の室内環境を快適に保つために必要な断熱計算など)等を学ぶ)

- ・3年間の在籍期間中、毎年2回の集中講義期間中に実技の習熟度が測定される。この結果と、最終学年の最後に修了試験の点数に基づいて、最終的な成績が決定(6点満点、5.4点以上が優秀成績者)。
- ・修了試験 20 時間(鉄筋+型枠:5 時間、レンガ積み 15 時間)
- ・落第者は毎年 3~4 名程度。
- ・実技中心の試験のため言語面でのハンデキャップは少ない。

・マウラー訓練者数の減少：170名(2008年)～124名(2016年)～101名(2024年)と、近年減少傾向(3か所合計)



Thun 建設教育・研修・訓練センター：研修棟



Thun 建設教育・研修・訓練センター：
研修風景(型枠。2019.2)



Sursee 建設教育・研修・訓練センター：外観(2024.10)



Sursee 建設教育・研修・訓練センター：
訓練風景(システム型枠。2024.10)

図 3-27 建設教育・研修・訓練センターの状況

3.6.3 継続教育の仕組み

スイスでは 20 代から 30 代の比較的若い年齢でキャリアアップが進んでいく。

継続教育は集中的なコース設定となっており、特に現場監督は冬季の工事休止期間を利用し、1 日 9 時間の講義を泊まり込みで 37 週間（9 週間×3 回+10 週間）受ける。

継続教育の実施に対しても職業基礎教育訓練同様の基金（Parifonds-Bau）および連邦基金による負担する仕組みがあり、企業（もしくは個人）の経済的な負担は少ない。

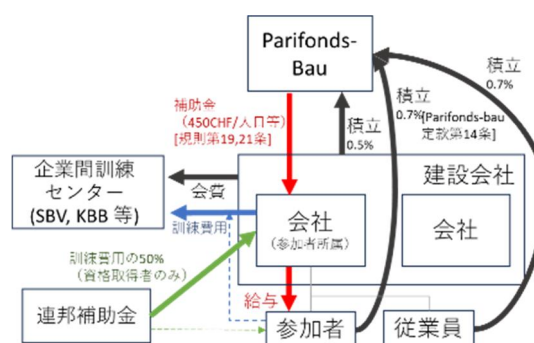


図 3-28 継続教育の費用を賄う仕組み
(イメージ図)

表 3-18 継続教育の概要（職長、現場監督）²⁰

	チームリーダー (Vorarbeiter)	職長 (Polier)	現場監督 (Bauführer)
年齢	20 代前半(主な継続教育参加者)		20 代後半(主な資格取得者)
訓練期間 *9 時間/日	約 10 週間	約 7 週間	37 週間
	1 年コース(5 日+3 週間×3 回)	1 年コース(3 日+2 週間×3 回)	2 年(11~3 月)コース: 9 週間×3 回+10 週間
訓練費用 負担	・ 基金:一部負担 ・ 連邦補助金:半額負担		・ 連邦補助金:半額負担

²⁰ Campas Sursee ヒアリング結果等をもとに整理

第3章 参考文献

- 3.1) 産官学調査団, スイス・ドイツ現地調査 (2025.4) 訪問議事録, 令和7年5月
<https://jibs-japan.com/research/photo/1753765846t0-photo.pdf>
- 3.2) 産官学合同調査団, 定置型水平ジブ式クレーン・公共事業実施手法に関するスイス現地調査 訪問議事録, 平成30年10月
- 3.3) 産官学合同調査団, 定置型水平ジブ式クレーン・公共事業実施手法に関するスイス現地調査 (2019.2) 訪問議事録, 平成31年3月
- 3.4) 産官学合同調査団, 定置型水平ジブ式クレーン・公共事業実施手法に関するスイス現地調査 (2019.10) 訪問議事録, 令和元年12月
- 3.5) ゲルマ社ホームページ (<https://ghelma.ch/baubetriebe>)、提供資料
- 3.6) Liebherr 社ホームページ (<https://www.liebherr.com/en-us/tower-cranes/products/fast-erecting-cranes-4355659>)、提供資料
- 3.7) Manitowac (Potain) 社ホームページ (<https://www.manitowoc.com/potain>)、提供資料
- 3.8) 国総研, (一社) 国際建設技術協会, 令和6年度 諸外国の公共土木工事の諸制度等に関する調査業務 報告書, 令和7年4月
- 3.9) 国総研, (一社) 国際建設技術協会, 令和元年度 建設業における労働条件等に関する国際比較調査業務 報告書, 令和2年3月
- 3.10) スイス建設業協会 (SBV) ホームページ (<https://baumeister.swiss/>)
- 3.11) ベルン州建設業協会 (KBB) 提供資料
- 3.12) キャンパス・ズールーセホームページ (<https://www.campus-sursee.ch/>)、提供資料
- 3.13) スイス連邦統計局ホームページ (<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home.html>)
- 3.14) スイス連邦教育・研究・イノベーション局ホームページ (<https://www.sbf.admin.ch/en>)

第4章 資機材の活用（機械化施工）による生産性向上手法の検討

4.1 定置式水平ジブクレーンによる改善検討

欧州で一般的に活用されている定置式水平ジブクレーンを、共同研究者が国交省の直轄工事等で使用し、国総研がその運用状況をモニタリングした。共同研究者からの事例報告及び国総研におけるモニタリングデータの分析結果から、定置式水平ジブクレーンの活用による効果、適用条件及び使用の留意点について検討した。

4.1.1 定置式水平ジブクレーンの概要

定置式水平ジブクレーンの概要を図4-1に示す。定置式水平ジブクレーンは、置き基礎で使用期間中に常設し、水平ジブの回転及びトロリーの横行・吊りフックの巻き上げ下げにより吊り荷を運搬する。リモコン操作のため、作業者が常に吊り荷を目視して操作（運転）が可能である。

4.1)

移動式油圧クレーンと比較した特徴は、施工期間中に常設すること、国家資格を持つ専任のオペレーターを必要としないことがある。定置式水平ジブクレーン施工の場合、普段は人力で運搬する軽量物を含めて技能者自らが作業時間中の任意の時間に運搬できる。その結果、作業の前倒しや人力運搬の縮減等により現場作業の効率化及び安全性の向上を図ることができる。

同規模の移動式油圧クレーンと比較して、広範囲に運搬出来る。（図4-2）

また、クレーンの柱（マスト）が鉛直、ジブが水平のため、斜めジブのクレーンと異なり、クレーンを設置したい箇所の近傍に障害物があっても据え付けることができる。（図4-3）

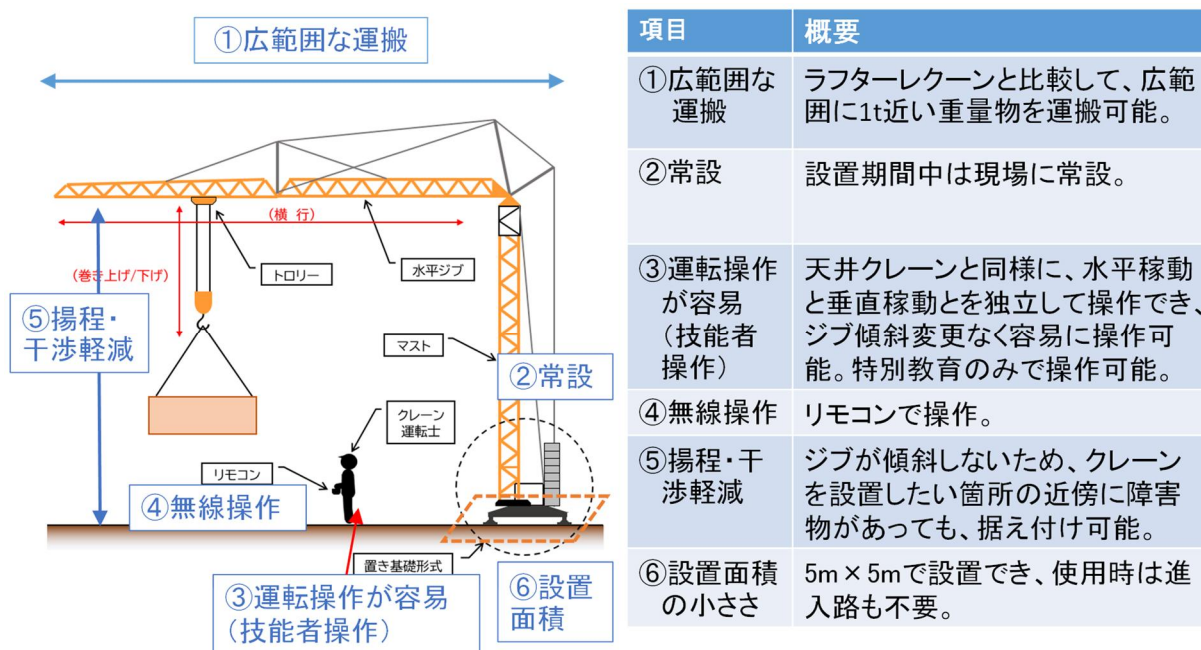


図 4-1 定置式水平ジブクレーン概要

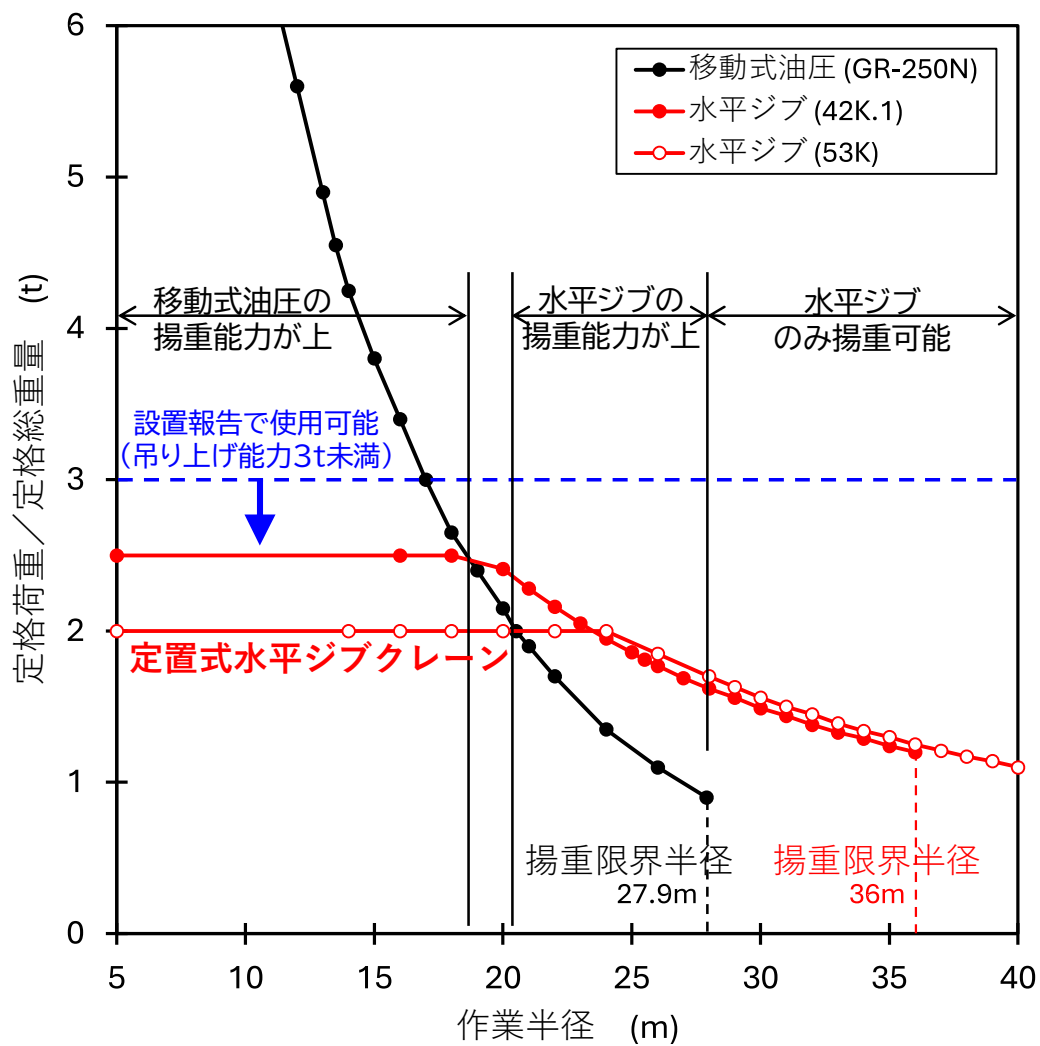


図 4-2 作業半径と運搬重量の関係

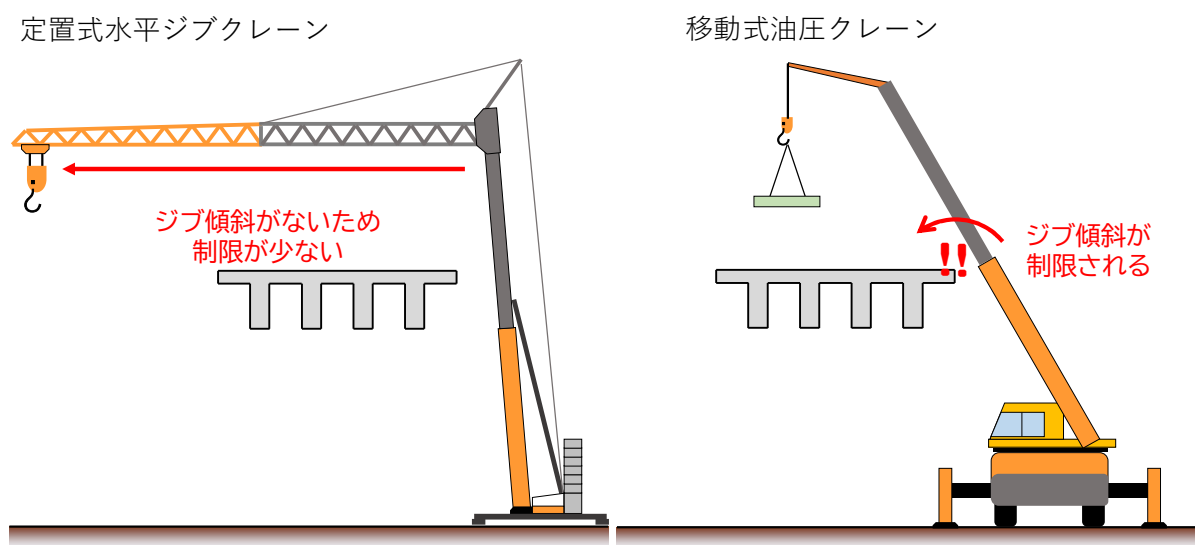


図 4-3 クレーン近傍の支障物による影響の例

4.1.2 定置式水平ジブクレーン流通台数、共同研究者の使用実績

(1) 定置式水平ジブクレーンの流通台数

共同研究者 JIBS の組合員のうち、定置式水平ジブクレーンを取り扱うクレーンレンタル会社 2 社（喜多機械産業、クレーンタル野田）及び国総研の保有状況を表 4-1 に示す。2 社で合計 100 台を保有している。また、国総研では Liebherr 製 42K (42K.1/J) 及び 53K (53K/J) の 2 台を保有している。

本共同研究では、国総研の保有する 2 台及びクレーンレンタル会社のリース品の Liebherr 製 42K (42K.1/J) 及び L1-24 を使用した。

表 4-1 定置式水平ジブクレーン 機種・台数

No.	定置式水平ジブクレーン		構造諸元（最大作業半径時）			台数
	製造メーカー	機種名・型式	作業半径	揚程	定格荷重	
1	Liebherr	53K	40m	30m	1000kg	6
2	Liebherr	56K	40m	30m	1200kg	5
3	Liebherr	42K	36m	28m	1200kg	15
4	Liebherr	35K	33m	26m	1000kg	20
5	Liebherr	L1-24	27m	19.2 m	800 kg	2
6	Liebherr	25L	27m	19.2 m	800 kg	2
7	Potain	331B	35m	26m	1000kg	39
8	Potain	331C	35m	29m	1000kg	13
計						102

(2) 使用実績

土木工事における使用実績について、2 社（喜多機械産業、クレーンタル野田）から提供された資料（データ）に基づいて整理した結果を図 4-4 及び図 4-5 に示す。

発注者は国交省直轄土木工事が 38 件と最も多く、その他、NEXCO（26 件）、都道府県（12 件）、JR（7 件）等の事例がある。

定置式水平ジブクレーンが使用された構造物は、橋梁上部工が 38 件と最も多く、橋梁下部工（22 件）、樋門（7 件）、函渠（5 件）等の事例がある。

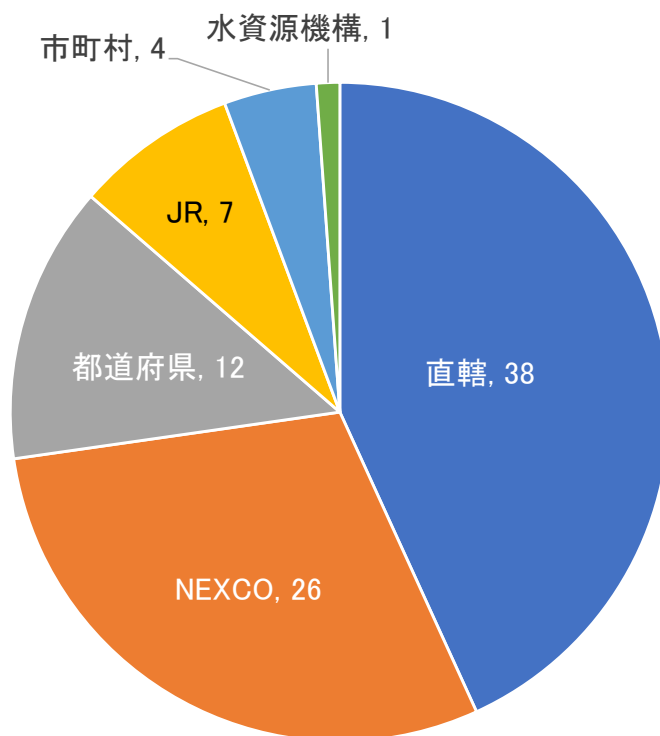


図 4-4 定置式水平ジブクレーン使用工事 発注者 (2014 年～2025 年)

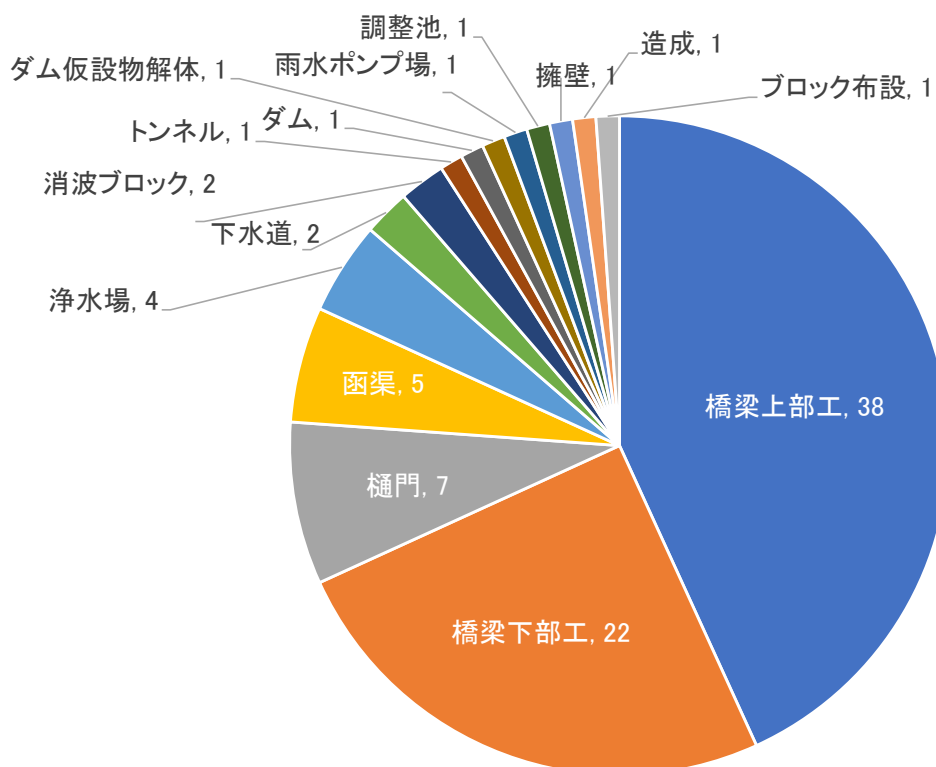


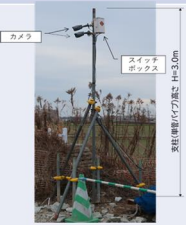
図 4-5 定置式水平ジブクレーン使用工事 構造物の種類 (2014 年～2025 年)

4.1.3 モニタリング工事の箇所一覧、施工・施工管理での効果・留意点・工夫点・課題のとりまとめ

(1) モニタリング概要

定置式水平ジブクレーンを使用する工事現場で、1) 施工映像、2) 運搬重量、3) 工事日報 4.3)によりモニタリングを実施した。(表4-2 参照) 工事ごとに、定置式水平ジブクレーン設置の考え方や施工・施工管理での効果・留意点、工夫事例及び改善点について、統一した書式と様式でデータ等を記録した事例集を作成した(巻末資料参照)。

表 4-2 モニタリング項目一覧

項目	1) 施工映像	2) 運搬重量	3) 工事日報
概要	建設現場またはクレーンフックにカメラを設置して、運搬物や運搬状況を撮影します。	クレーンスケールを用いて、運搬物の重量を計測します。	現場で作業される方の作業内容と作業時間をパソコン・スマートフォン等で記録します。
機材	 現場周囲設置例  クレーンフック設置例	 クレーンスケール	 工事日報入力システム画面

(2) モニタリング工事一覧

共同研究におけるモニタリング工事一覧を表4-3に示す。17工事を実施した。

表 4-3 モニタリング工事一覧

No.	工事名	構造物	工事受注者	施工年度	資機材	モニタリング	事例集
1	令和3-4年度塚谷川樋門新設工事	樋門	県西土木	R4	ジブ	-	○
2	道央圏連絡道路 長沼町 山加山改良工事	函渠	砂子組	R4	ジブ	○	○
3	十勝川改修工事の内 池田大橋下流河道掘削外工事	樋門	宮坂建設工業	R4	ジブ	○	○
4	恵庭栗山線馬追橋架替工事その2	橋梁下部	砂子組	R4	ジブ	○	○
5	令和4年度 河川災害復旧助成・社会資本整備総合交付金(広域連携)合併工事	橋梁下部	フクザワコーポレーション	R5	ジブ、システム型枠	○	○
6	道央圏連絡道路長沼町北5号線改良工事	函渠	砂子組	R5	ジブ	○	○
7	帯広広尾自動車道 大樹町 大樹道路改良工事	函渠	宮坂建設工業	R5	ジブ	○	○
8	北3西12(分譲棟)新築工事	建築	砂子組	R5	ジブ	○	○
9	令和4年度 阿南ICONランプ橋下部A1外工事	橋梁下部	亀井組	R5	ジブ	-	○
10	帯広広尾自動車道 大樹町大樹南道路改良工事	函渠	宮坂建設工業	R6	ジブ	○	○
11	令和5-6年度加茂第二堤防護岸(その4)外工事	擁壁	県西土木	R6	ジブ	○	○
12	石狩川改修工事の内 北村遊水地美唄川囲ぎよう堤外工事	ブロック敷設	砂子組	R6	ジブ	○	○
13	令和6年度 防災・安全交付金 代行(重点)工事 大久保橋(2工区)	橋梁下部	フクザワコーポレーション	R7	ジブ	○	○
14	帯広広尾自動車道 大樹町 リュウ川橋下部工事	橋梁下部	宮坂建設工業	R7	ジブ	○	○
15	道央圏連絡道路 長沼町 長沼ランプ橋下部工事	橋梁下部	砂子組	R7	ジブ	○	○
16	R6国道18号坂城更埴BP稲荷山地区改良8工事	調整池	フクザワコーポレーション	R7	ジブ、システム型枠	○	○
17	令和6-7年度加茂第二堤防護岸(その5)外工事	擁壁	県西土木	R7	システム型枠	○	○

(3) 施工・施工管理における効果・課題の整理

共同研究者が作成した事例集を精査して定置式水平ジブクレーンの効果・課題についてとりまとめて整理した。代表的な意見を表4-4及び表4-5に示す。

表 4-4 定置式水平ジブクレーンの効果

項目	概要
1)生産性	
(ア)作業人工・人員の縮減	・技能者のクレーン操作による、次工程を考慮した最適な資材運搬により作業人工数が減少する。 ・クレーンによる運搬を前提とした少人数での施工により、施工休止のリスクが低減する。
(イ)実工期の短縮(人材・機材の有効活用)	・クレーン手配待ちやクレーン到着の遅れによる作業待ちが解消する。 ・広範囲運搬が可能な特徴を生かし、躯体構造物のブロック施工と合わせて、技能者の手待ち無し工程を実施可能。
2)安全性	
(ウ)人力運搬の削減	・これまで人力運搬に頼っていた二次運搬(場内小運搬)等を定置式水平ジブクレーンで行うことで、技能者の負担が軽減する。
(エ)事故の発生抑制	・合図の誤認識や誤操作が低減する。 ・技能労働者の手足巻き込みなど不測事態にも対応可能。 ・高所の足場や斜面の足元の悪い場所での人力運搬を削減することで安全性が向上する。
3)現場環境の向上	
(オ)用地の効率活用	・ラフタークレーンよりも機械の設置範囲が狭く、作業ヤードの自由度が高い。 ・作業範囲が広く資材置き場を離れた場所にすることが出来るため、施工ヤード前に施工スペースが広く確保できる。
(カ)手待ち縮減	・資材置き場がジブクレーンの周囲全方向に配置でき分散できるため、複数の工種での同時作業が行いやすくなった。
(キ)安心感	・クレーンオペとの意思疎通、合図確認が不要なので、自分のペースで作業できて精神的に楽でした。 ・常に近くにジブクレーンがあり自分で操作するため、小さなものでも気軽に吊り作業ができる。
(ク)準備片付け効率化	・簡単に準備できることから場内の整理整頓も捗り、整然とした作業を行うことが出来た。 ・いつでもクレーンが使用できるので、作業の後片付けで余った資材・道具を運搬でき便利であった。
(ケ)資材運搬効率化	・まとめて資材を作業場に運ぶ必要が無く、必要な分だけを作業場に持って来ることが出来るため、作業場を広く使え、安全で効率も良い
(コ)静音	・騒音による近隣苦情がない。

表 4-5 定置式水平ジブクレーンの課題・留意点

項目	概要
1)生産性	
ア)施工人数	・今までは外注クレーンオペがいたが、ジブクレーン操作をすることで操縦士として1人工必要となる。 ・大判の型枠吊込み時は片手作業(片手でリモコン操作を行うため)になるので危ない時があった。
イ)作業効率	・クレーン組立に1日かかるため、クレーンヤードの狭い現場では作業が1日ストップとなる可能性がある。
ウ)運搬重量	・足場支保工や型枠材等は重量的に特に問題なく吊作業ができたが、土工や護岸工を考慮するともう少し重量に余裕があると使用範囲が増やせると思う。小型移動式クレーンの2.9t未満程度の性能があると助かる。
2)安全性	
エ)クレーン操作周知	・電力で稼働しているクレーンであり作業時の駆動音が無く他の作業に従事している作業員が気付にくい物であることから、稼働時に警報音が鳴るような機能があると安全性が向上すると思われる。
オ)操作の負担	・今まではクレーン作業は専属のオペが行っていたので自分で操作する事となると非常に緊張し、疲労感が強かった。
カ)吊り荷の振れ	・慣れないうちは吊荷の荷ブレが大きく出てしまい、怖かったので一緒に作業している作業員に「近づくな!」と強く言いがちになってしまった。 ・横行の速度が2段階しかなく、速度が速く荷が振れる。
3)クレーン操作	
キ)リモコン	・無線コントローラーとのタイムラグが多少ある。少なくしてほしい。 ・横行の速度が4段階くらいほしい。(今より遅い速度も欲しい)
ク)旋回	・旋回について、気付いたときには制動距離が2~3m移動しているので慣れが必要。
ケ)リモコン持ち方	・操作リモコンが腰ベルトで装着する形となっているが、安全帯と干渉するので首から下げて使用していたがどちらにしても動きにくくなるのももっと使いやすくしてもらいたい。
4)クレーン準備	
コ)費用	・移動式油圧クレーンに比べて、初期の設置費用等がかかる。
サ)クレーン設置	・50t移動式油圧クレーンのアウトリガー全張りできない現場は組立が厳しい。
シ)移動	・レールを敷いてジブクレーンの横移動を試行したい。
ス)雪寒対応	・積雪時の本体部の除雪について、狭い箇所の除雪や着氷の除去に手間が掛かった。開閉式のカバーなどがあれば準備にかかる時間が短縮できると思われる。

(4) 定置式水平ジブクレーン使用における工夫事例について

共同研究者が作成した事例集を精査して工夫事例についてとりまとめて整理した。

表 4-6 定置式水平ジブクレーンの工夫事例

項目	概要
1) 生産性	
(ア) 作業人工・人員の縮減	①設置位置を目視しながらの運搬（鉄筋工） ②クレーン操作者の玉掛実施 ③型枠を大組しての施工
(イ) 実工期の短縮（人材・機材の有効活用）	①クレーンフックへのカメラ設置、映像確認
(ウ) 人力運搬の削減	①単管や小物類をジブクレーンで運搬 ②現場内小運搬をジブクレーンで実施（鉄筋工、型枠工）
(エ) 事故の発生抑制	①設置位置を目視しながらの運搬（鉄筋工、型枠工） ②クレーンフックへのカメラ設置、映像確認（再掲） ③クレーン作業半径をのぼり旗で明示
(オ) 用地の効率活用	①資材場所を増やすようにクレーンを配置
(カ) 手待ち縮減	—
(キ) 安心感	—
(ク) 準備片付け効率化	①除雪シートの運搬 ②建築物のピット内の除雪作業
(ケ) 資材運搬効率化	①運搬の旋回範囲を半分にできる設置位置での作業
(コ) 静音	—

4.1.4 有用性評価（データ分析結果、意見の整理）

（１）労働生産性比較

モニタリングで収集した、工種（鉄筋、型枠、足場、支保）別の作業時間の記録を用いて、建設現場での労働生産性を算出し、比較した。

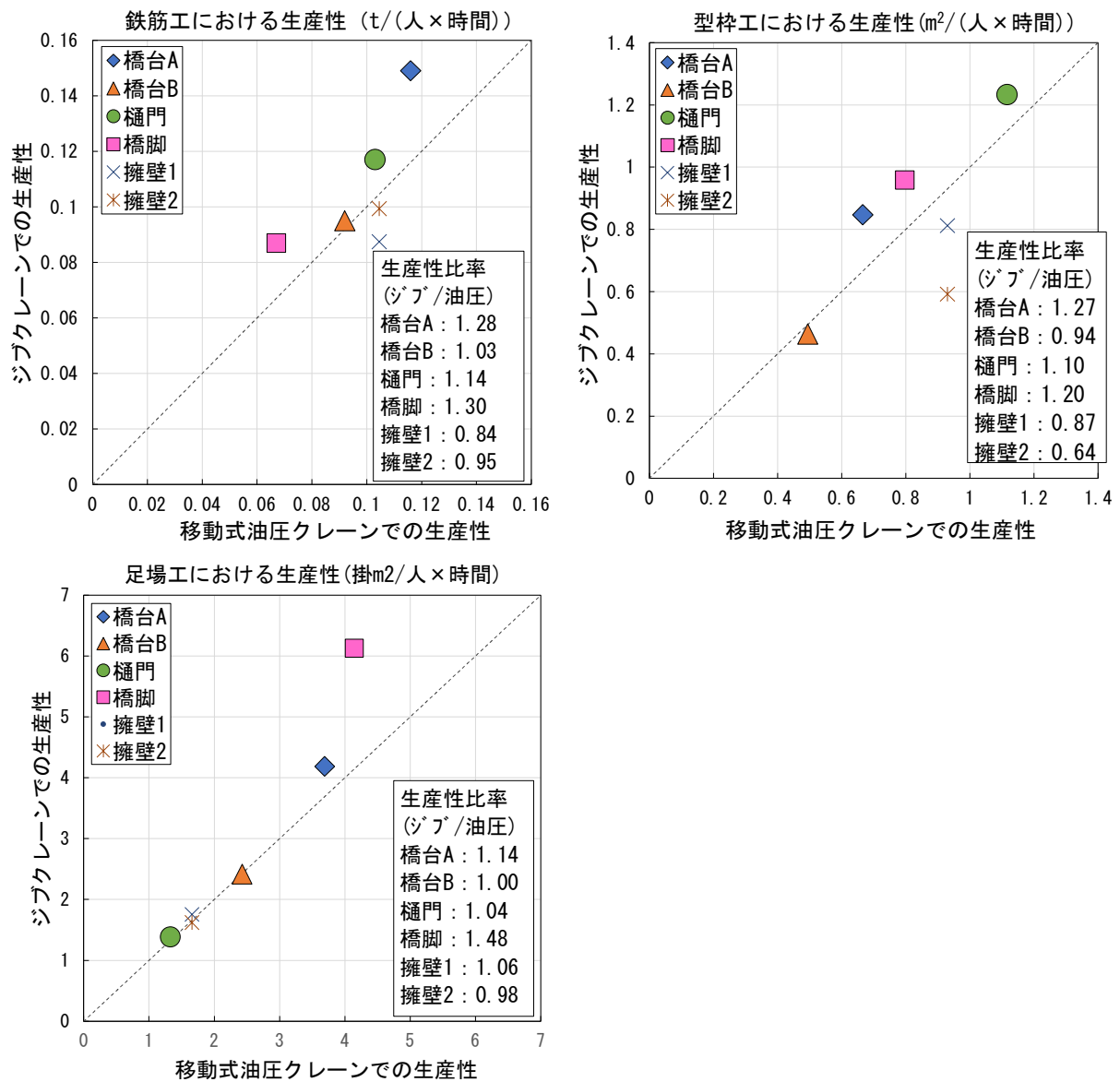
一般的に生産性とは、投入された生産要素に対して得られる生産物の量を示す指標であり、生産量を投入量で除することで計算される。公益財団法人日本生産性本部では、投入量に労働者数もしくは労働者数に労働時間を乗じた総労働時間を用いたものを労働生産性としており^{4.2)}、本稿では、生産量を生産するものの大きさや重さ、個数等のような物量とした物的生産性にて算出する。

本報告書では、産出量を設計数量、労働投入量を工事日報入力システムで集計した工種別の総労働時間とした。

１）現場条件が同じ工事での比較

近隣における、ほぼ同様の現場条件、構造物における定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンとの生産性を比較した結果を図4-6に示す。図4-6のデータのうち、橋台A、橋台B及び樋門は過去国総研にてモニタリングを実施した工事であり、本共同研究にて橋脚及び擁壁1、擁壁2のデータを追加して整理した。

図4-6は横軸を移動式油圧クレーンの労働生産性、縦軸を定置式水平ジブクレーンの労働生産性として、図中の黒点線は生産性が同一を指す。定置式水平ジブクレーンの方が移動式油圧クレーンよりも生産性が高いデータが多い。なお、データ数が少ないことから、引き続きデータ数を蓄積することで回帰分析等による傾向を確認することが可能となる。



凡例	工事名称	施工業者	クレーン
◆橋台A	平成29～30年度 佐賀橋下部工事	竹村産業	移動式油圧クレーン
		竹村産業	定置式水平ジブクレーン(ポテイン GTMR331B)
▲橋台B	令和元～2年度熊井橋下部 その1、その2工事	竹村産業	定置式水平ジブクレーン(リープヘル L1-24)
		豚座建設	移動式油圧クレーン
●樋門	令和元～2年度 こまた川樋門外新設工事	県西土木	定置式水平ジブクレーン(1期:ポテイン GTMR331B)(2期:リープヘル L1-24)
		県西土木	移動式油圧クレーン
■橋脚	令和4年度 阿南ICONランプ橋下部A1外工事	亀井組	定置式水平ジブクレーン(リープヘル L1-24)
		亀井組	移動式油圧クレーン
×擁壁1 *擁壁2	令和5～6年度加茂第二堤防護岸 (その4)外工事	県西土木	定置式水平ジブクレーン(リープヘル L1-24)
		県西土木	移動式油圧クレーン

図 4-6 定置式水平ジブクレーン・移動式油圧クレーン同技能者施工現場 労働生産性比較

2) 施工体制が同じ工事での比較

共同研究メンバーの一員である宮坂建設工業株式会社は、工事の施工にあたり工事全体のマネジメント（施工管理）を行い、各工種の施工は技能者を抱える下請会社がそれぞれ実施する体制を執っている。宮坂建設工業株式会社が施工した函渠工事のうち、移動式油圧クレーンを使用した2工事及び定置式水平ジブクレーンを使用した2工事；事例集7番「帯広広尾自動車道 大樹町 大樹道路改良工事」、事例集10番「帯広広尾自動車道 大樹町大樹南道路改良工事」を対象に工種別に技能者の人工を比較した結果を表4-7に示す。同様に橋梁下部工事について、移動式油圧クレーンを使用した2工事及び定置式水平ジブクレーンを使用した1工事；事例集14番「帯広広尾自動車道 大樹町 リュウ川橋下部工事」の比較結果を表4-8に示す。表4-7、表4-8ともに定置式水平ジブクレーンを使用して施工した場合の単位施工量当たりの技能者人数が少ないので、労働生産性が高くなったといえる。

表 4-7 函渠工事での移動式油圧クレーン、定置式水平ジブクレーン人工比較

	従来クレーン						定置式水平ジブクレーン					
	R2北海道橋梁自動車道 陸別町 陸別南改良工事			R4帯広広尾自動車道 大樹町 大樹改良工事			R5帯広広尾自動車道 大樹町 大樹道路改良工事			R6帯広広尾自動車道 大樹町 大樹南道路改良工事		
	設計数量		設計数量	設計数量		設計数量	設計数量		設計数量	設計数量		設計数量
	コンクリート	鉄筋		コンクリート	鉄筋		コンクリート	鉄筋		コンクリート	鉄筋	
人工	単位数量当たりの人工	単位数量当たりの人工	人工	単位数量当たりの人工	人工	単位数量当たりの人工	人工	単位数量当たりの人工	削減率	人工	単位数量当たりの人工	削減率
型 枠 工	173	0.470人/㎡	226	0.470人/㎡	399	0.470人/㎡	287	0.302人/㎡	64.4%	489	0.306人/㎡	65.0%
と び 工	104	0.283人/㎡	115	0.239人/㎡	219	0.258人/㎡	139	0.146人/㎡	56.8%	249	0.156人/㎡	60.3%
鉄 筋 工	34	1.028人/t	94	1.790人/t	128	1.495人/t	159	1.429人/t	95.5%	208	1.095人/t	73.2%
圧送ポンプ	10	0.027人/㎡	13	0.027人/㎡	23	0.027人/㎡	12	0.013人/㎡	46.7%	18	0.011人/㎡	41.5%
左 官 工	20	0.054人/㎡	17	0.035人/㎡	37	0.044人/㎡	33	0.035人/㎡	79.8%	60	0.038人/㎡	86.0%

設 計 数 量		工 種	従 来 ク レ ー ン		定置式水平ジブクレーン		
			単位数量当たりの人工	想 定 人 工	実 人 工	削減人工	削減 率
コンクリート	1600㎡	型 枠 工	0.470人/㎡	752	489	-263	65.0%
		と び 工	0.258人/㎡	413	249	-164	60.3%
鉄 筋	190.00t	鉄 筋 工	1.495人/t	284	208	-76	73.2%
		合 計		1,449	946	-503	65.3%

表 4-8 橋梁下部工事での移動式油圧クレーン、定置式水平ジブクレーン人工比較

	従来クレーン						定置式水平ジブクレーン		
	R6高製車広尾東部交通安全(通車路)外工事【A1橋台】		R6高製車広尾東部交通安全(通車路)外工事【A2橋台】		2現場の合計		R7等広尾自動車道 大樹町 リュウ川橋下部工事		
	設計数量	コンクリート	328㎡	設計数量	コンクリート	254㎡	設計数量	コンクリート	582㎡
		鉄筋	14.13t		鉄筋	9.22t		鉄筋	23.35t
	人工	単位数量当たりの人工		人工	単位数量当たりの人工		人工	単位数量当たりの人工	削減率
型 枠 工	135	0.412人/㎡		115	0.453人/㎡		250	0.430人/㎡	63.4%
と び 工	112	0.341人/㎡		101	0.398人/㎡		213	0.366人/㎡	61.6%
鉄 筋 工	42	2.972人/t		34	3.688人/t		76	3.255人/t	64.6%
圧送ポンプ	5	0.015人/㎡		5	0.020人/㎡		10	0.017人/㎡	28.6%
左 官 工	8	0.024人/㎡		8	0.031人/㎡		16	0.027人/㎡	2.7%

設 計 数 量		工 種	従 来 ク レ ー ン		定 置 式 水 平 ジ ブ ク レ ー ン		
			単位数量当たりの人工	想定人工	実 人 工	削 減 人 工	削 減 率
コ ン ク リ ー ト	897㎡	型 枠 工	0.430人/㎡	385	141	-244	63.4%
		と び 工	0.366人/㎡	328	126	-202	61.6%
鉄 筋	62.48t	鉄 筋 工	3.255人/t	203	72	-131	64.5%
		合 計		916	339	-577	63.0%

3) 様々な構造物・施工条件での比較

1) で示した現場条件が同じ工事、2) で示した施工体制が同じ工事による施工比較ではデータ数が限られていることから、これまで国総研がモニタリングを実施した施工データ及び共同研究者が過去に調査を実施した施工データに基づいて、定置式水平ジブクレーン施工と移動式油圧クレーン施工を比較検討した。(定置式水平ジブクレーン 23 工事、移動式油圧クレーン 18 工事) 工事一覧を表 4-9 に示す。

各現場の労働生産性について、横軸を労働量、縦軸を生産量(設計数量)とした結果を図 4-7 から図 4-10 に示す。この比較検討の範囲内ではデータのばらつきが大きく、クレーンの違いによる生産性の有意な差が認められないことがわかった。

なお、今回の施工データには、定置式水平ジブクレーンを初めて使用する施工者のデータが多く含まれる点に留意が必要である。

表 4-9 データ分析対象工事一覧

No.	工事名	施工構造物	発注地整等	工事受注者	施工年度	施工資機材
1	平成29-30年度佐賀橋下部工事	橋梁下部	四国	竹村産業(株)	H30	定置式水平ジブクレーン、移動式油圧クレーン
2	北海道横断自動車道 陸別町 陸別東改良工事	函渠	北海道	宮坂建設工業(株)	R2	移動式油圧クレーン
3	野洲栗東バイパス 出庭下り側道橋下部工事	橋梁下部	近畿	(株)桑原組	R2	移動式油圧クレーン
4	令和元-2年度熊井橋下部その1工事	橋梁下部	四国	(株)竹村産業	R2	定置式水平ジブクレーン
5	令和元-2年度熊井橋下部その2工事	橋梁下部	四国	豚座建設(株)	R2	移動式油圧クレーン
6	令和元-2年度こまた川樋門外新設工事	樋門	四国	県西土木(株)	R2	定置式水平ジブクレーン、移動式油圧クレーン
7	令和元年度23号蒲郡BP 豊沢東道路建設工事	函渠	中部	TSUCHIYA(株)	R2	移動式油圧クレーン
8	天塩川改修工事の内 美深バンケ樋管改築外工事	樋門	北海道	宮坂建設工業(株)	R3	定置式水平ジブクレーン
9	野洲栗東バイパス出庭高架橋P1橋脚工事	橋梁下部	近畿	(株)桑原組	R3	定置式水平ジブクレーン
10	令和3年度馬洗川畠敷地区排水機場改修工事	排水機場	中国	(株)加藤組	R3	移動式油圧クレーン
11	福岡3号 思案橋川橋下部工A1外工事	橋梁下部	九州	(株)南組	R3	定置式水平ジブクレーン
12	北海道横断自動車道 陸別町 川向改良工事	函渠	北海道	萩原建設工業(株)	R4	定置式水平ジブクレーン
13	帯広広尾自動車道 大樹町 大樹改良工事	函渠	北海道	宮坂建設工業(株)	R4	移動式油圧クレーン
14	道央圏連絡道路 長沼町 山加山改良工事	函渠	北海道	(株)砂子組	R4	定置式水平ジブクレーン
15	十勝川改修工事の内 池田大橋下流河道掘削外工事	樋門	北海道	宮坂建設工業(株)	R4	定置式水平ジブクレーン
16	令和3-4年度嫁坂谷川樋門新設工事	樋門	四国	県西土木(株)	R4	定置式水平ジブクレーン
17	恵庭栗山線馬追橋架替工事その2	橋梁下部	北海道庁	(株)砂子組	R4	定置式水平ジブクレーン
18	一般県道 三次江津線 道路改良工事(補助・R4-2工区)その2	橋梁下部	広島県庁	(株)加藤組	R4	移動式油圧クレーン
19	道央圏連絡道路長沼町北5号線改良工事	函渠	北海道	(株)砂子組	R5	定置式水平ジブクレーン
20	帯広広尾自動車道 大樹町 大樹道路改良工事	函渠	北海道	宮坂建設工業(株)	R5	定置式水平ジブクレーン
21	令和5年度広島南道路明神高架橋第14下部工事	橋梁下部	中国	(株)加藤組	R5	移動式油圧クレーン
22	令和4年度 阿南ICONランプ橋下部A1外工事	橋梁下部	四国	(株)亀井組	R5	定置式水平ジブクレーン
23	令和4年度 河川災害復旧助成・社会資本整備総合交付金(広域連携)合併工事	橋梁下部	長野県庁	(株)フクサワコーポレーション	R5	定置式水平ジブクレーン、システム型枠
25	石狩川改修工事の内 北村遊水地美唄川囲ぎよう堤外工事	ブロック敷設	北海道	(株)砂子組	R6	定置式水平ジブクレーン
26	帯広広尾自動車道 大樹町大樹南道路改良工事	函渠	北海道	宮坂建設工業(株)	R6	定置式水平ジブクレーン
27	令和5-6年度横断道津田高架橋下部P12工事	橋梁下部	四国	井上建設(株)	R6	定置式水平ジブクレーン
28	令和5-6年度加茂第二堤防護岸(その4)外工事	擁壁	四国	県西土木(株)	R6	定置式水平ジブクレーン
29	帯広広尾自動車道 大樹町 リュウ川橋下部工事	橋梁下部	北海道	宮坂建設工業(株)	R7	定置式水平ジブクレーン
30	道央圏連絡道路 長沼町 長沼ランプ橋下部工事	橋梁下部	北海道	(株)砂子組	R7	定置式水平ジブクレーン
31	R6国道18号坂城更埴BP稲荷山地区改良8工事	調整池	関東	(株)フクサワコーポレーション	R7	定置式水平ジブクレーン、システム型枠
32	令和6-7年度加茂第二堤防護岸(その5)外工事	擁壁	四国	県西土木(株)	R7	システム型枠
33	令和6年度 防災・安全交付金 代行(重点)工事 大久保橋(2工区)	橋梁下部	長野県庁	(株)フクサワコーポレーション	R7	定置式水平ジブクレーン

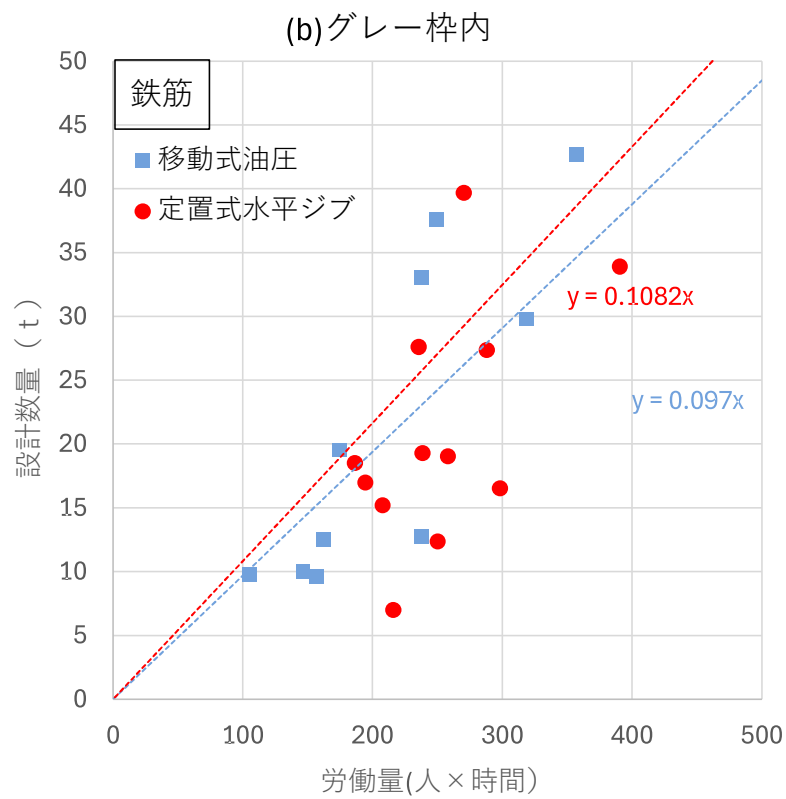
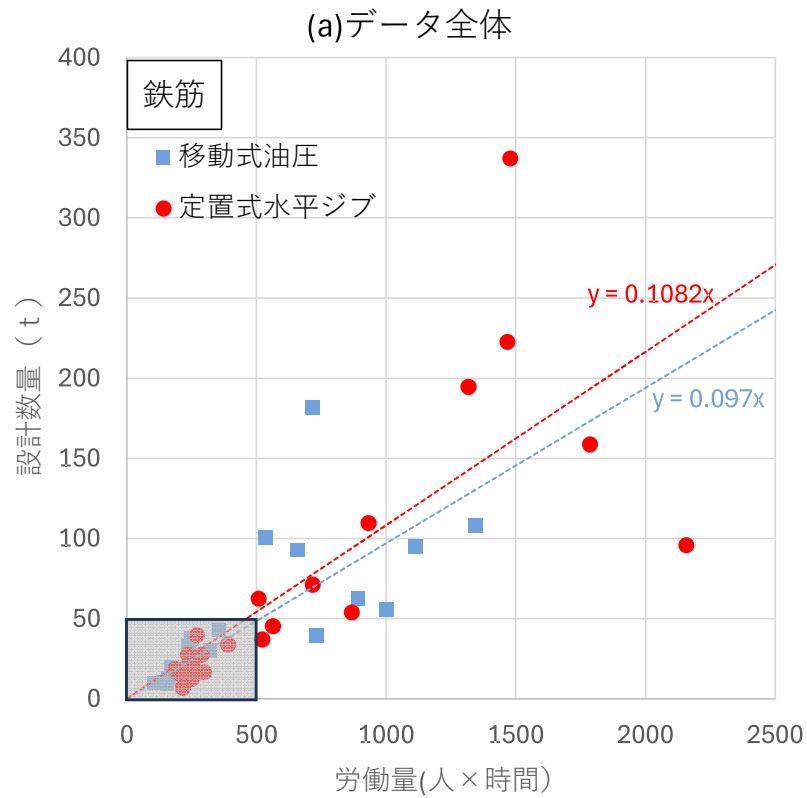


図 4-7 鉄筋工における労働量、設計数量の分布

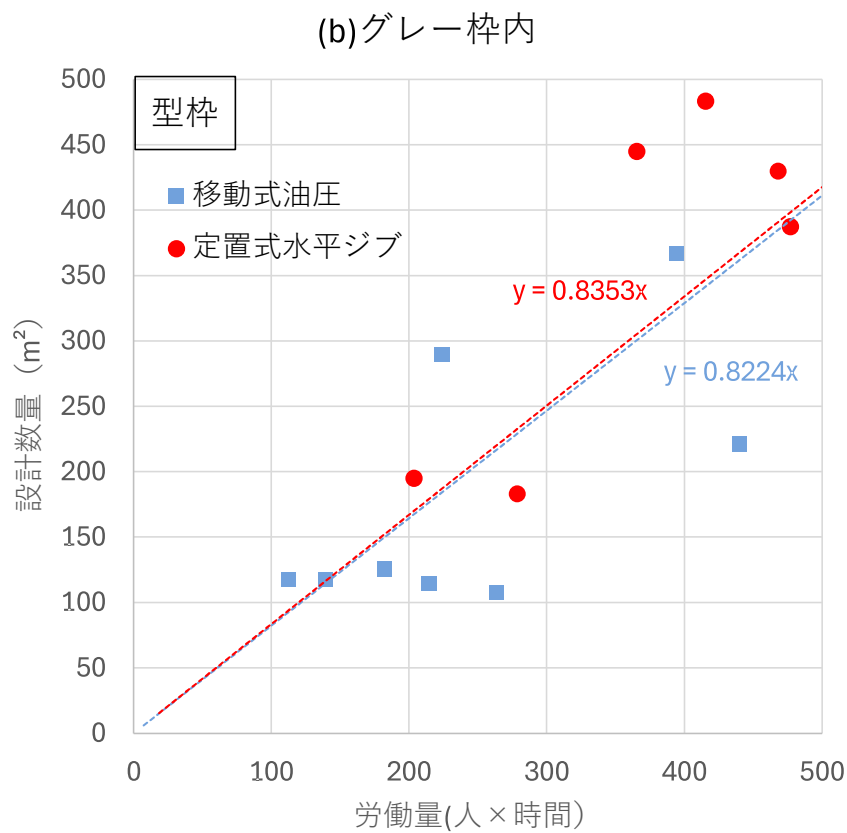
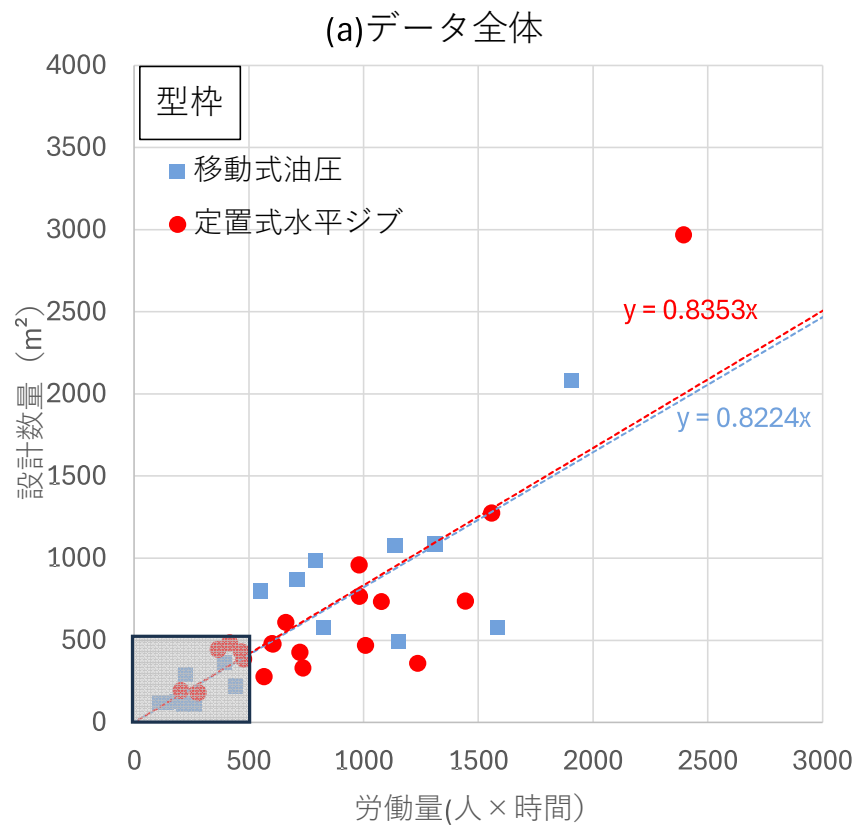


図 4-8 型枠工における労働量、設計数量の分布

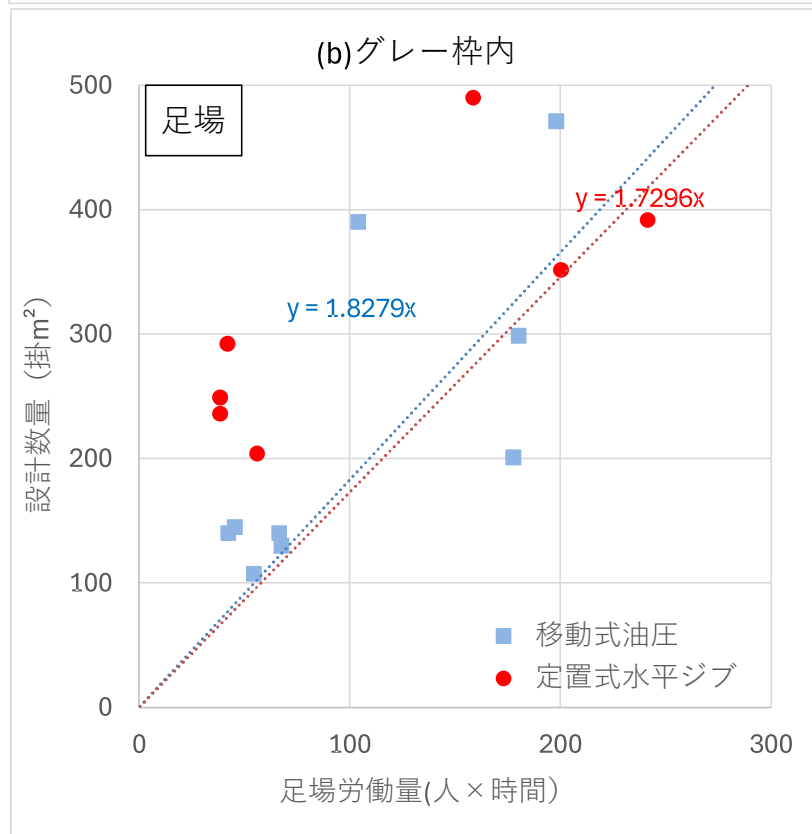
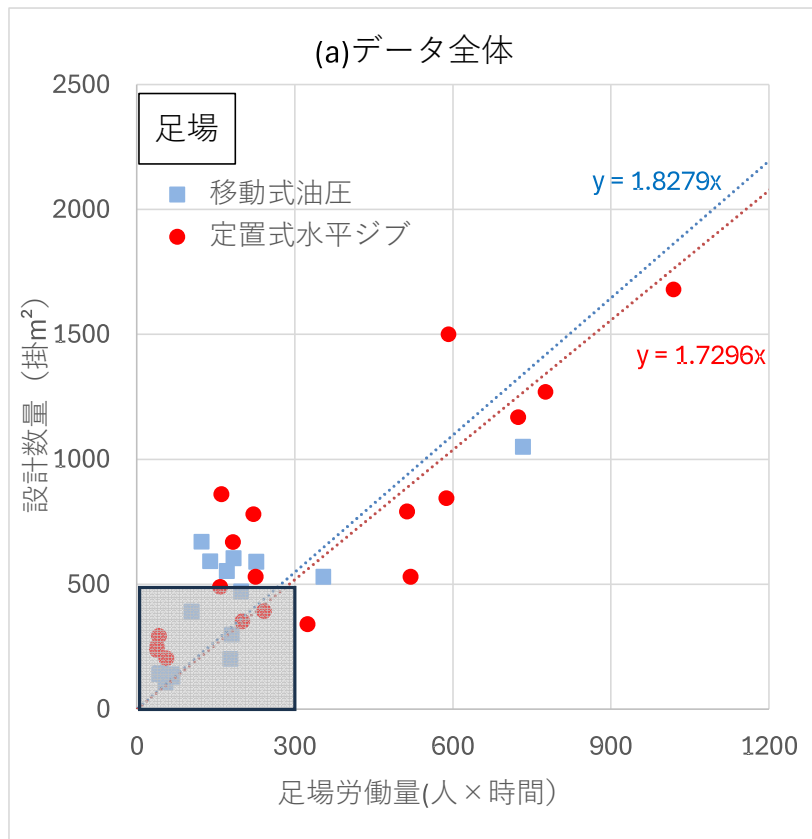


図 4-9 足場工における労働量、設計数量の分布

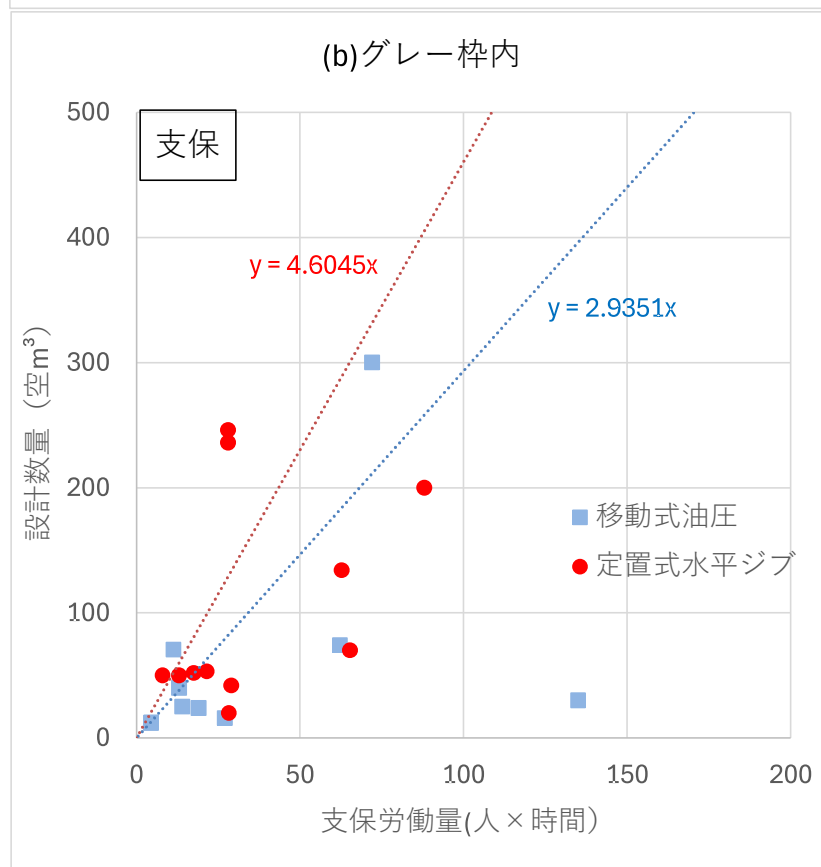
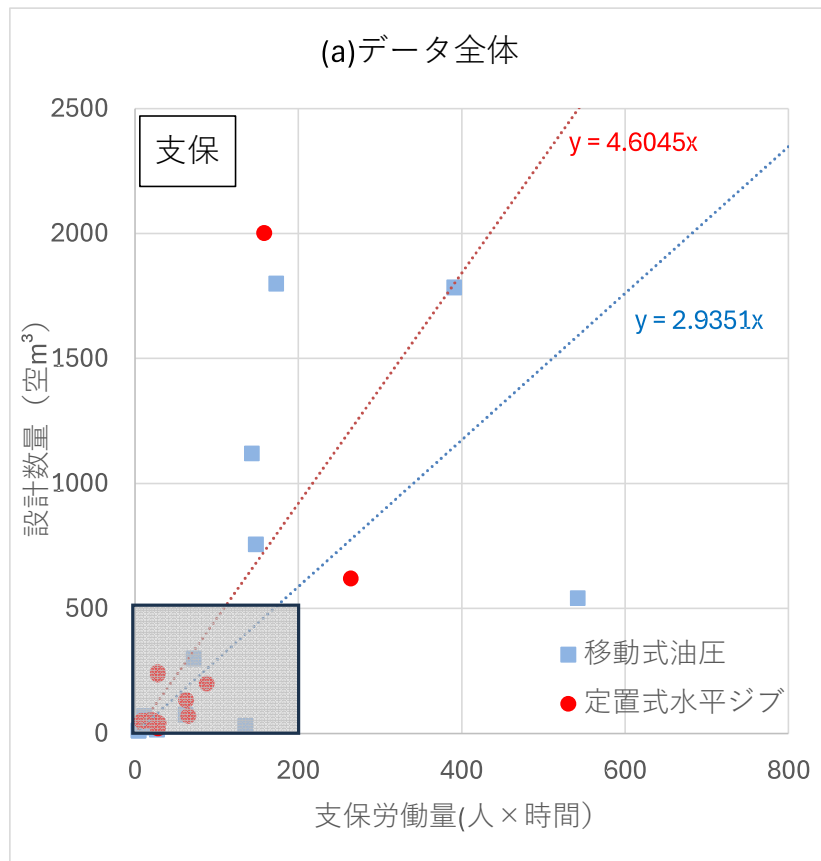


図 4-10 支保工における労働量、設計数量の分布

1)と同様に労働生産性を、工種別の設計数量を延べ労働時間で除して算出し、鉄筋、型枠、足場、支保の工種別に平均値を比較したところ、工種により労働生産性の高いクレーンが異なった。(表4-10)

表 4-10 工種別 定置式水平ジブクレーン・移動式油圧クレーン 労働生産性比較

	鉄筋		型枠		足場		支保	
	t/(人×時間)		m ² /(人×時間)		掛m ² /(人×時間)		空m ³ /(人×時間)	
クレーン	ジブ	油圧	ジブ	油圧	ジブ	油圧	ジブ	油圧
サンプル数	23	18	20	17	19	16	14	15
最大値	0.23	0.25	1.24	1.46	6.96	5.45	12.67	10.41
平均値	0.10	0.11	0.79	0.86	3.00	2.70	4.26	3.52
最小値	0.03	0.05	0.29	0.37	1.02	1.13	0.71	0.22
標準偏差	0.04	0.05	0.26	0.33	1.87	1.13	3.38	2.81

※注 設計書に数量が記載された工種について算出

また、データの傾向を把握するため、設計数量のうちデータ数の最も多い鉄筋工を対象に、労働生産性の高い順に整理したところ、使用クレーンによる偏りは見られなかった。(図4-11)

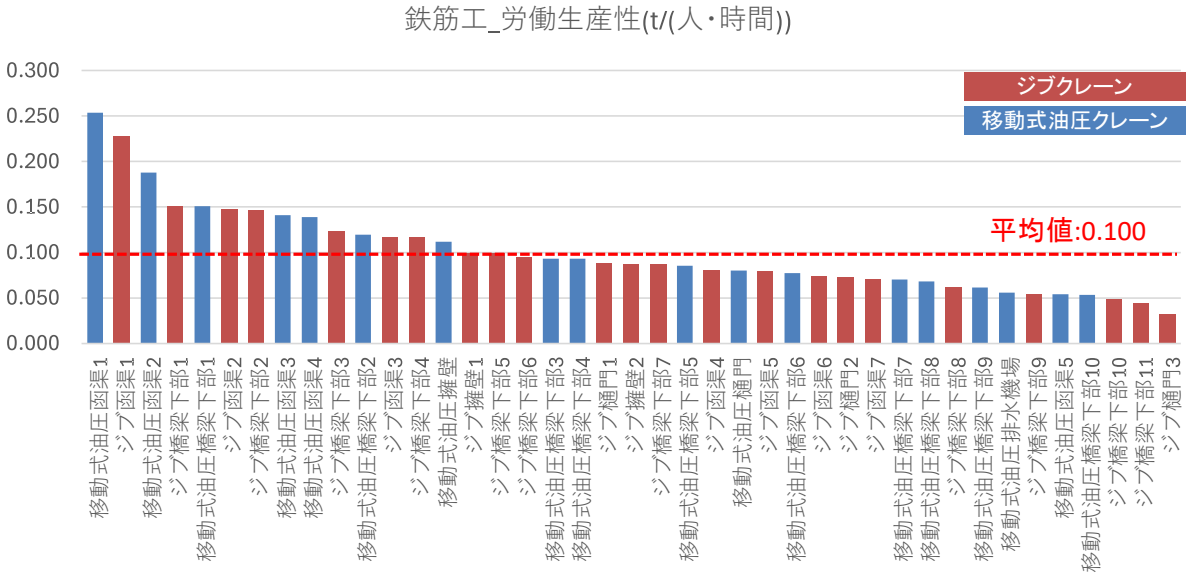


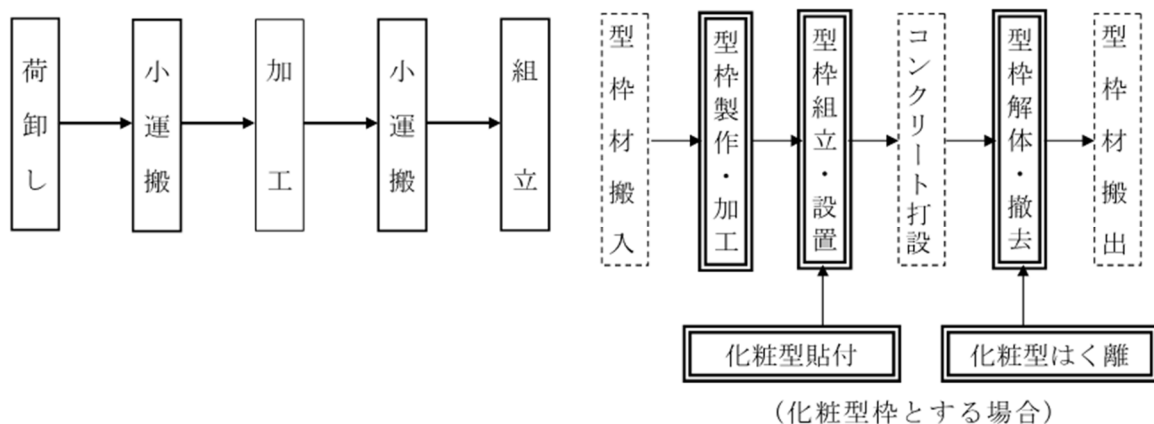
図 4-11 鉄筋工 労働生産性比較

4) 積算歩掛との比較

今回対象とした現場打ちコンクリート工事のうち、鉄筋工及び型枠工においては、現場での小運搬・設置作業の他、現場運搬前に工場での加工作業が行われており、これらを含めて積算歩掛が設定されている。(図4-12)

①鉄筋工 下記フロー全てが対象

②型枠工 二重実線部分が対象



出典：土木工事標準積算基準書（共通編）令和7年度

図 4-12 土木工事積算基準に含まれる作業時間

このうち、鉄筋工については市場単価が採用されており機労材の内訳が不明のため、標準歩掛が設定されている型枠工を対象に、工事11番「令和5-6年度加茂第二堤防護岸（その4）外工事」について、工場作業分の時間記録や技能者ヒアリングによる推定結果を用いて、標準歩掛との比較を行った。結果を及び表4-11に示す。工事11番のいずれの構造物も標準歩掛よりも労働生産性が高いものの、クレーンによる違いは明確には確認できなかった。

表 4-11 現場作業と工場作業を含む労働生産性算出結果（型枠工）

工事番号 (構造物名)	11 (3号擁壁)	11 (2号擁壁)	11 (1号擁壁)	標準歩掛※ 型枠工
使用クレーン	ジブ	ジブ	移動式油圧	指定なし
設計数量(m ²) ①	427.28	387.45	366.85	1
総労働時間 (人×時間)	製作加工②	56.5	6.0	23.5
	組立設置③	460.5	325.5	285.1
	解体撤去④	167.5	52.5	126.9
	全作業計⑤ (②+③+④)	684.5	384	435.5
	現場作業⑥ (③+④)	628.0	378.0	412.0
労働生産性 (m ² / (人×時)	全作業①/⑤	0.624	1.009	0.842
	現場作業①/⑥	0.680	1.025	0.890

※施工パッケージ型積算方式標準単価表(excel版)2024.6版より算出

(2) 工程短縮効果

共同研究での施工及び施工管理にて意見が得られた、定置式水平ジブクレーンによる工程短縮効果について、モニタリングデータを基に、移動式油圧クレーンと仮想的に比較を行い、整理した。^{4.3)}

1) 工程短縮効果の考え方

① 移動式油圧クレーンと定置式水平ジブクレーンでの手配日数の違い

移動式油圧クレーンでの施工の場合、クレーン手配日数を縮減するため、重量物運搬や作業準備を行う工種切り替え初日等に限定してクレーンを手配することが多い。一方、ジブクレーンは現場に常設するため、施工中は常に使用できる。(図4-13) 今回、この手配日数の差に着目して、ジブクレーンにて行われる運搬による工程短縮効果について整理した。

1. 移動式油圧クレーン

重量物運搬や作業初日に手配日を限定



2. 定置式水平ジブクレーン

現地に常設→常にクレーンを使用

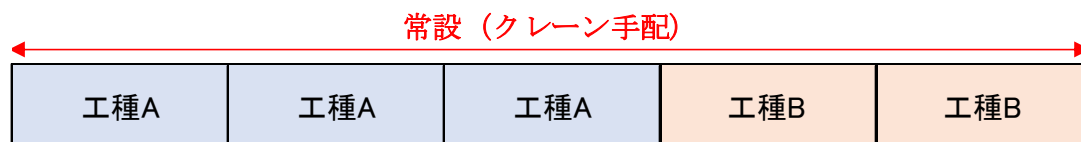


図 4-13 現場打ちコンクリート工事クレーン機種による手配日数の違い

② 工程短縮効果の考え方

①に示した通り、定置式水平ジブクレーンの方が常設及び専用のオペレーター無しで操作できるため、資材運搬に用いることができる時間は長くなる。そこで、定置式水平ジブクレーンにて施工された対象工事のデータから、手配日数の少ない移動式油圧クレーンでは行われないクレーン運搬を工程短縮作業として抽出し、定置式水平ジブクレーンの工程短縮効果として整理する。今回、表4-12に示す a)から c)の3点について整理した。

表 4-12 定置式水平ジブクレーンによる工程短縮効果の考え方

工程短縮作業	抽出方法
a) ジブクレーンによる翌日作業に用いる資材運搬	運搬データリストの15時以降のクレーン運搬物から、当日作業に当たるヤード搬入・ヤード搬出・ヤード内運搬を除く運搬のうち、施工映像を確認して選定
b) 次回の移動式油圧クレーン手配日での運搬	施工業者に、運搬データリストからクレーン使用時間2時間以内ないしクレーン運搬10回以内の施工日を対象として、移動式油圧クレーンでの施工を想定した場合での手配の可否を聴取して選定
c) 人力運搬	(施工日の分類) ①移動式油圧クレーンを手配(短縮効果なし) ②次回の移動式油圧クレーン手配日での運搬 b)として集計 ③人力運搬 c)として集計

a) ジブクレーンによる翌日作業に用いる資材運搬

図4-14に工程短縮効果の考え方を示す。例えば、3日目に行う工種Bの作業前の運搬は、移動式油圧クレーンの場合には、2日目にクレーンを手配しないため、3日目に運搬を行うこととなる。一方ジブクレーンの場合には、工種Aの作業後(2日目)に運搬することで、3日目は運搬作業無しで施工できるため、移動式油圧クレーンに対して工程が短縮すると考えられる。

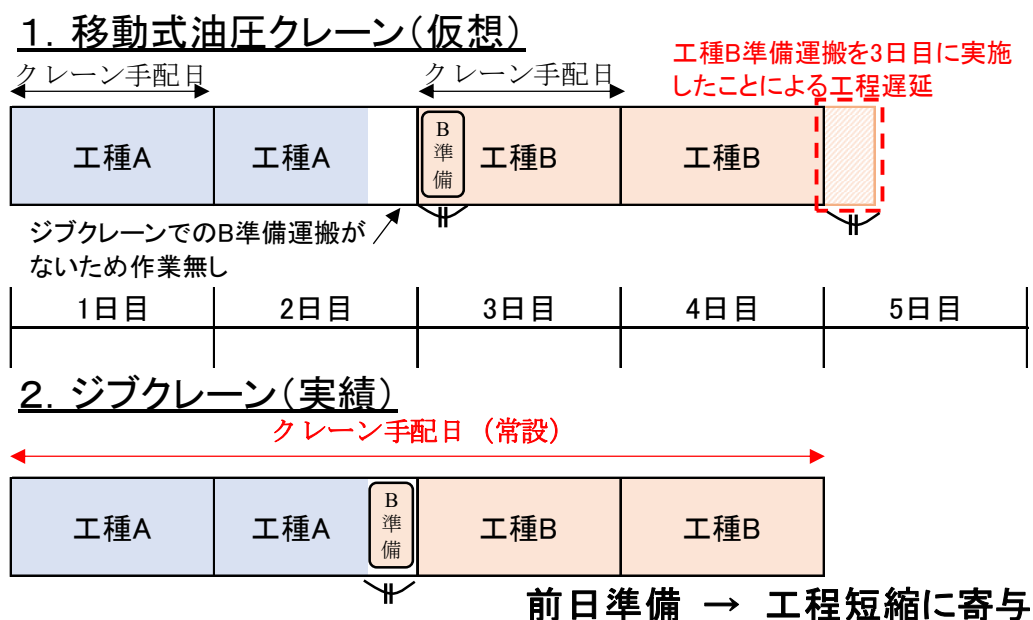


図 4-14 a) ジブクレーンによる翌日作業に用いる資材運搬 考え方

b) 次回移動式油圧クレーン手配日での運搬

a) 以外の工程短縮効果として、運搬データリストから運搬時間や運搬回数が少ない施工

日を候補として、現場代理人に確認し、移動式油圧クレーンではクレーンを手配してまで行わない運搬を確認した。図 4-15 に工程短縮作業の考え方を示す。例えば、2 日目に作業 B で行われる運搬は、移動式油圧クレーン施工の場合には、次回クレーン手配日である 4 日目の作業 C の際に運搬する。一方ジブクレーンの場合には、2 日目の作業 B の間に行えていたことから、移動式油圧クレーンに対して工程が短縮すると考えられる。

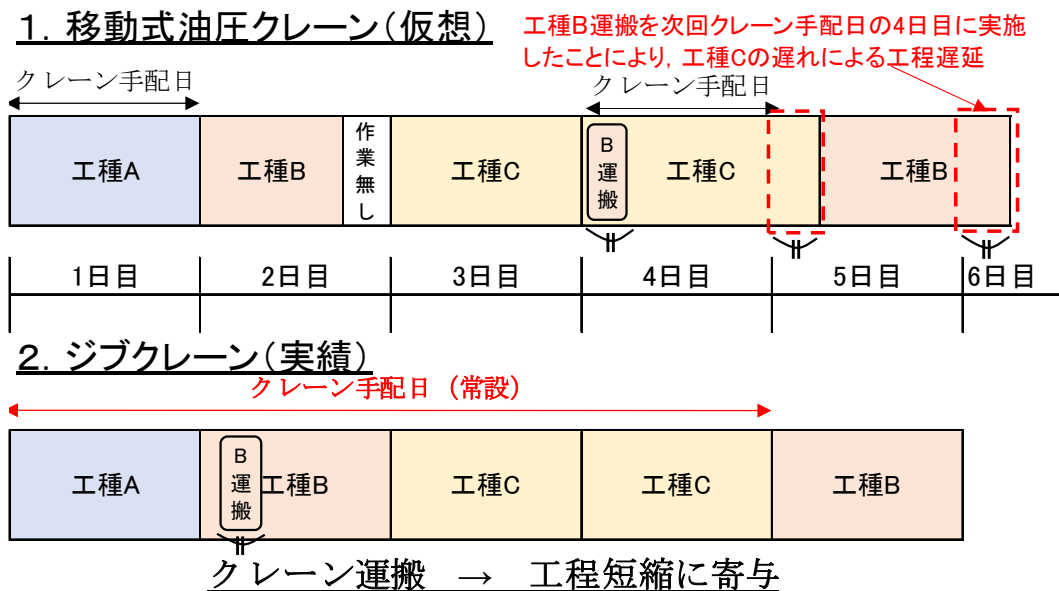


図 4-15 b) 次回移動式油圧クレーン手配日での運搬 考え方

c) 人力運搬

b) 次回移動式油圧クレーン手配日での運搬の候補のうち、現場代理人への確認結果にて、移動式油圧クレーンを手配せずに人力にて運搬すると想定したものを対象とする。工程短縮効果は人力運搬時間となる。(図 4-16)

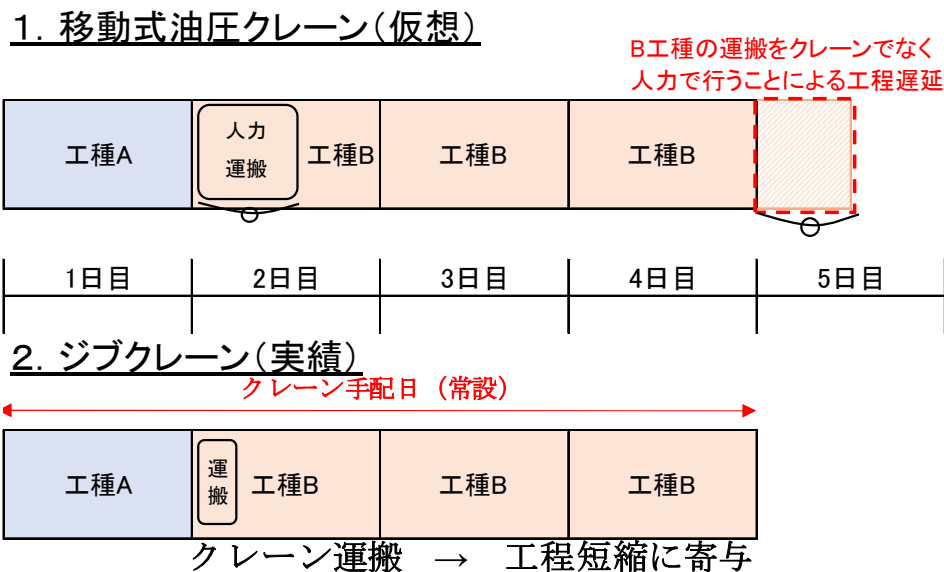


図 4-16 c) 人力運搬 考え方

2) モニタリング工事での集計結果

モニタリング対象工事のうち、宮坂建設工業株式会社施工の「帯広広尾自動車道 大樹町大樹南道路改良工事」にて集計したところ、a)、b)及びc)合計で施工日数 104 日中の工程短縮効果は 16.75(時間)、影響日数は 15 日となった。(表 4-13) 対象工事の休憩を除く作業時間は一日 7 時間のため、工程短縮時間を作業日数換算すると約 2.4 日となった。

表 4-13 定置式水平ジブクレーンによる工程短縮効果の考え方^{4.3)}

工程短縮作業	短縮時間(h)	作業日数(日)
a) ジブクレーンによる翌日作業に用いる資材運搬	5.50	8
b) 次回の移動式油圧クレーン手配での運搬	2.00	2
c) 人力運搬	9.25	5
計	16.75時間	15
工程に対する割合	2.4日/104日	15日/104日

(3) 人力運搬の縮減効果

人力運搬の縮減効果について、モニタリングデータを基に、移動式油圧クレーンと仮想的に比較を行い、整理した。

1) 人力運搬縮減の考え方

モニタリングデータ及びヒアリングにて確認された、移動式油圧クレーンでは人力にて運搬するが、定置式水平ジブクレーンにて運搬した運搬物を対象として、運搬回数及び重量を整理した。

モニタリング工事のうち、帯広広尾自動車道大樹町大樹南道路改良工事（宮坂建設工業株式会社施工）（以下、対象工事 1）、令和 5－6 年度加茂第二堤防護岸（その 4）外工事（3 号擁壁）（県西土木株式会社施工）（以下、対象工事 2）を対象にクレーン重量計及び施工映像からクレーン運搬物を整理した。またヒアリング結果より、ジブクレーンにて人力運搬からクレーン運搬となる運搬物候補として、人が運べる大きさの箱、袋、発電機を対象とした。(表 4-14)

表 4-14 定置式水平ジブクレーンによる運搬回数・人力運搬縮減対象運搬物

		(対象工事1)帯広広尾自動車道 大樹町大樹南道路改良工事	(対象工事2)令和5～6年度加茂第二堤防 護岸(その4)外工事(3号擁壁)
整理対象 運搬物	整理期間	2024/06/26～11/04	2024/09/03～10/16
	運搬回数	2,249 回	666 回
	総重量	611,413 kg	114,940 kg
	平均重量	296 kg	180 kg
箱	運搬回数	18 回	35 回
	総重量	2,345 kg	2,836 kg
	平均重量	180 kg	81 kg
袋	運搬回数	47 回	3 個
	総重量	7,880 kg	142 kg
	平均重量	197 kg	71 kg
発電機	運搬回数	27 回	15 回
	総重量	1,675 kg	5,635 kg
	平均重量	88 kg	376 kg

表 4-9 に示す箱、袋、発電機の総運搬重量から人力運搬重量を 1 人・回当たり 25kg と仮定して、定置式水平ジブクレーンによる人力運搬縮減回数を算出した(表 4-15)。なお、発電機については、運搬目的を燃料交換として、運搬回数 1 回あたりの燃料重量から人力運搬回数を算出した。運搬された発電機の燃料重量は対象工事 1 では 4L 程度、対象工事 2 で使用された大型発電機が 60L 程度と考えられるため、燃料の人力運搬方法を表 4-16 のとおり人力運搬物及び回数を想定して、人力運搬回数を整理した。

表 4-15 人力運搬縮減回数

運搬物	対象工事 1		対象工事 2	
	運搬回数	運搬重量	運搬回数	運搬重量
箱(小)	94	2,345 kg	114	2,836 kg
	(= 2345 ÷ 25)		(= 2836 ÷ 25)	
袋(小)	316	7,880 kg	6	142 kg
	(= 7880 ÷ 25)		(= 142 ÷ 25)	
発電機	27	270 kg	45	1,125 kg
	(27 × 1)	(27 × 10)	(15 × 3)	(45 × 25)
計	437	10,495 kg	165	4,103 kg

表 4-16 発電機燃料運搬仮定

	対象工事 1	対象工事 2
発電機燃料量 (L)	4	60
燃料交換1回当たり人力運搬物	携行缶 + ガソリン4L	ポリタンク + 軽油20Lを 3 回
燃料交換1回当たり運搬重量(kg)	10	25

表 4-15 より、人力運搬縮減は対象工事 1 では 437 回、10,495kg、対象工事 2 では 165 回、4,103kg の縮減となった。施工日数あたりに換算すると、対象工事 1 は 104 日のため、1 日あたり約 4 回、対象工事 2 で 38 日のため、一日あたり約 4 回の縮減となる。

(4) 定置式水平ジブクレーンに要する費用

1) 定置式水平ジブクレーン使用事例におけるクレーン費用

定置式水平ジブクレーンの課題・留意点にて挙げられている費用について、現場使用に必要な整備・設置撤去などの固定費用と、使用期間に応じて発生するリース料・燃料・点検などの変動費用に分けられる 5 工事分のデータを用いて整理した。整理結果を表 4-17 に示す。

固定費用のうち、搬入組立・解体搬出には運搬費用や技術者の移動費用が含まれるため、施工場所により大きく変動し、48 万円～452 万円の幅があった。また、変動費用のうち、リース料については機種やレンタル会社等により大きな差があることが確認できた。

表 4-17 定置式水平ジブクレーンの使用費用

工事番号		7	10	11	12	13
構造物		函渠	函渠	擁壁	ブロック敷設	橋梁下部
機種		42K.1/J (リース)	42K.1/J (リース)	L1-24 (リース)	42K.1/J (国総研機材)	53K/J (国総研機材)
使用期間(日)		90	134	163	12	121
固定費用 (万円)	搬入組立	158	177	25	75.8	133.1
	解体搬出	136	155	15	63.8	116.8
	初期整備費	33.96	59.4	7.5	145.5	4.5
	初期クレーンリース額	61	61	0	0	0
	計	388.96	452.4	48	285	254
変動費用 (万円)	クレーンリース額	158.4	191.4	407.5	0.0	0.0
	発動発電機、燃料	10.8	45.5	62.5	3.3	32.4
	点検	16.5	16.5	※	3	17
	計	185.7	253.4	470	6.3	49.4
合計(万円)		574.66	705.8	517.5	291.3	303.7

※クレーンリース料に含まれる(要確認)

2) 定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンとの費用比較

移動式油圧クレーンが、使用日数に応じて日々の回送やクレーンオペレーターの人件費を要するのに対し、定置式水平ジブクレーンは、日常の使用に応じて支出する費用は少ないが、搬入組立と解体搬出等の固定費用が必要になる。このため、クレーンを使用する日数が少ない現場では移動式油圧クレーンの方が経済性で優位となり、クレーンの使用日数が長い場合には定置式水平ジブクレーンの方が優位性を持つ。目安としては、クレーンレンタル会社へのヒアリングによると、クレーン保管基地の近傍における使用時において、我が国の過去の施工実績等では、概ね 4 ケ月程度が分界点であるという試算が得られた例がある^{4.1)}(図 4-17 に「イメージ」を示す)。共同研究においてこの目安の検証を行った。

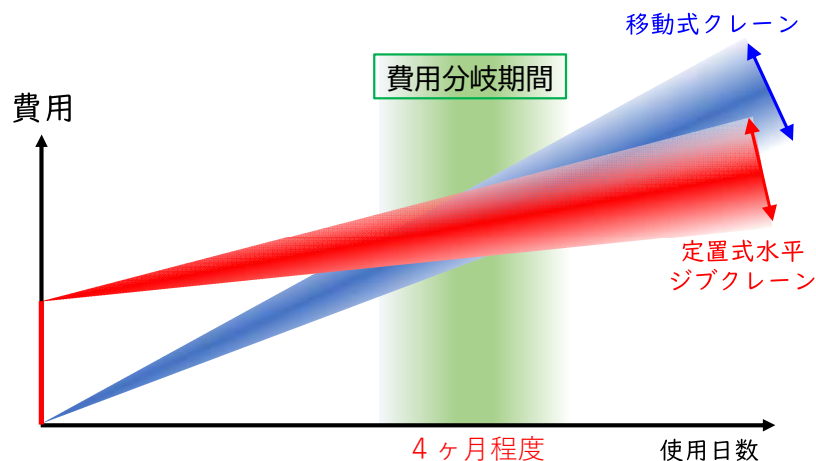


図 4-17 クレーン使用期間による費用の優位性の「イメージ」

工事7番「帯広広尾自動車道 大樹町大樹道路改良工事(宮坂建設工業)」において、定置式水平ジブクレーン施工実績での費用と、同現場で移動式油圧クレーンとして25t吊りラフタークレーンの使用を想定した費用を比較した(図4-18)。ラフタークレーンを使用制限のない1ヶ月以上の長期契約である月極契約の場合、使用期間が5ヶ月以上で移動式油圧クレーンの方が定置式水平ジブクレーンよりも費用が高くなる事を確認した。

定置式水平ジブクレーンと使用頻度ごとの25tラフターとの費用比較

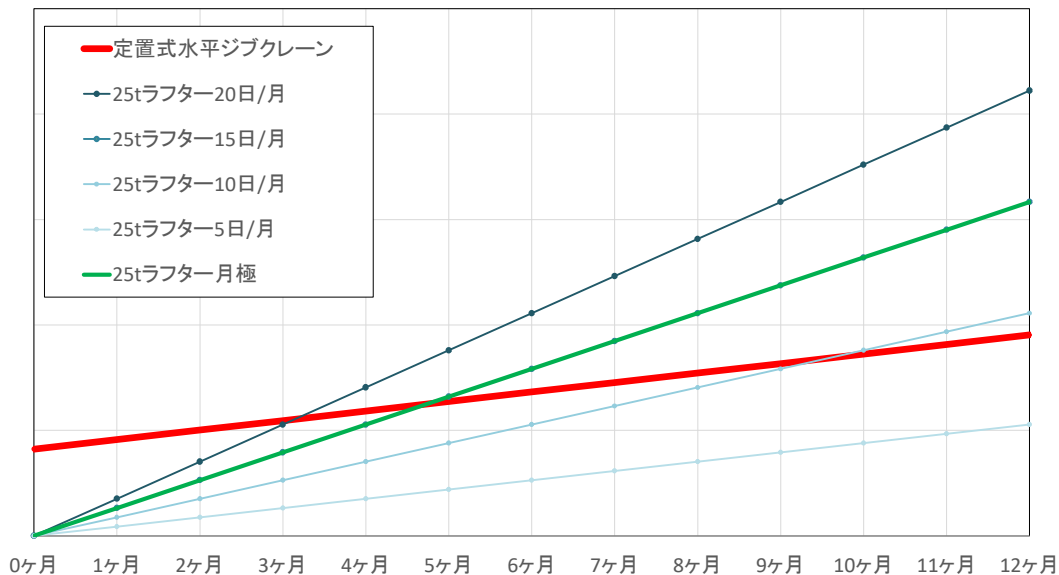


図 4-18 帯広広尾自動車道 大樹町大樹道路改良工事 費用実績に基づく費用比較

①クレーン使用日数を同じとした場合の費用比較

令和5年から令和6年にかけて施工された工事番号5,6,7,8を対象として、ジブクレーンの費用実績に対して、同じ使用日数分移動式油圧クレーンを使用した場合の費用を比較した。本試算において、移動式油圧クレーンの日額リース料を工事8における令和6年7月時点の価格

より 6.3 万円／日とした。また、定置式水平ジブクレーンの使用費用を工事番号 7 番の事例を元に試算した。計算式を以下に示す。

(定置式水平ジブクレーンの費用) = $3,889.6 + 755 \times (\text{設置月数})$ (単位：千円)

(移動式油圧クレーンの費用) = $63 \times (\text{クレーン使用日数})$ (単位：千円)

比較結果を 表 4-18 に示す。いずれの場合も定置式水平ジブクレーンの方が 1.3～2.8 倍ほど費用が高いという試算結果が得られた。

表 4-18 定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーン同じ使用日数の場合の費用比較

		工事 5	工事 6	工事 7	工事 8
施工物		橋台工	函渠工	函渠工	建築
使用クレーン		53K/J	42K.1/J	42K.1/J	42K.1/J
設置期間		179 日	161 日	145 日	129 日
設置月数		6 ヶ月	5 ヶ月	5 ヶ月	4 ヶ月
ジブクレーン使用日数		47 日	91 日	71 日	79 日
費用 (百万 円)	①定置式水平ジ ブクレーン	842.0	766.5	766.5	691.0
	②移動式油圧ク レーン	296.1	573.3	447.3	497.7
比率①／②		2.84	2.84	1.34	1.54

②移動式油圧クレーンでの想定使用日数に基づく比較

令和 6 年から令和 7 年にかけて施工された工事番号 10、11、12、13 番を対象に定置式水平ジブクレーン使用と移動式油圧クレーンでの想定使用日数での費用比較結果を表 4-19 に示す。移動式油圧クレーンはヒアリングや建設物価資料で得られた地域の単価にて算出した。費用差はいずれも定置式水平ジブクレーンが高く、差は 39 万円～385 万円である。なお、移動式油圧クレーンはオペレーターを含む単価であることから、施工者の判断で定置式水平ジブクレーンに専用にオペレーターを配置する場合には、定置式水平ジブクレーンの方が更に費用が高くなる。また、12 番及び 13 番では国総研機材による施工であり、クレーン機材のリース代を加味すると、費用差は更に広がるものと考えられる。

表 4-19 定置式水平ジブクレーン使用実績と移動式油圧クレーンでの想定使用日数の費用比較

工事番号		10	11	12	13
構造物		函渠	擁壁	ブロック敷設	橋梁下部
機種		42K.1/J (リース)	L1-24 (リース)	42K.1/J (国総研機材)	53K/J (国総研機材)
定置式水平 ジブ	設置期間(日)	134	163	12	121
	使用日数(日)	95	82	12	52
	費用(万円)	705.8	517.5	291.3	303.7
移動式油圧	使用日数(日)	35	76	12	29
	費用(万円)	320.6	478.8	163.2	174
ジブと油圧 費用差		385.2	38.68	128.10	129.71
備考				※施工期間中に 合計17台日手配	

※ジブは機材のみ、移動式油圧はオペレーター含む

③ まとめ

今回の試算した範囲内では、いずれも定置式水平ジブクレーンの方が移動式油圧クレーンより費用が高い結果となった。試算結果について、横軸を使用日数、縦軸を費用としたグラフを図4-19に示す。図4-19より、使用日数が増えると、定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンの費用差が小さくなる傾向が見られた。なお、移動式油圧クレーンの費用の試算は、施工者へのヒアリングまたは積算基準の日当たり作業料金に基づいており、特殊車両通行許可申請に要する手続き費用及び先導車の費用を含む、移動式油圧クレーンの運搬・回送に係る各種経費が含まれていない場合があることに留意する必要がある。

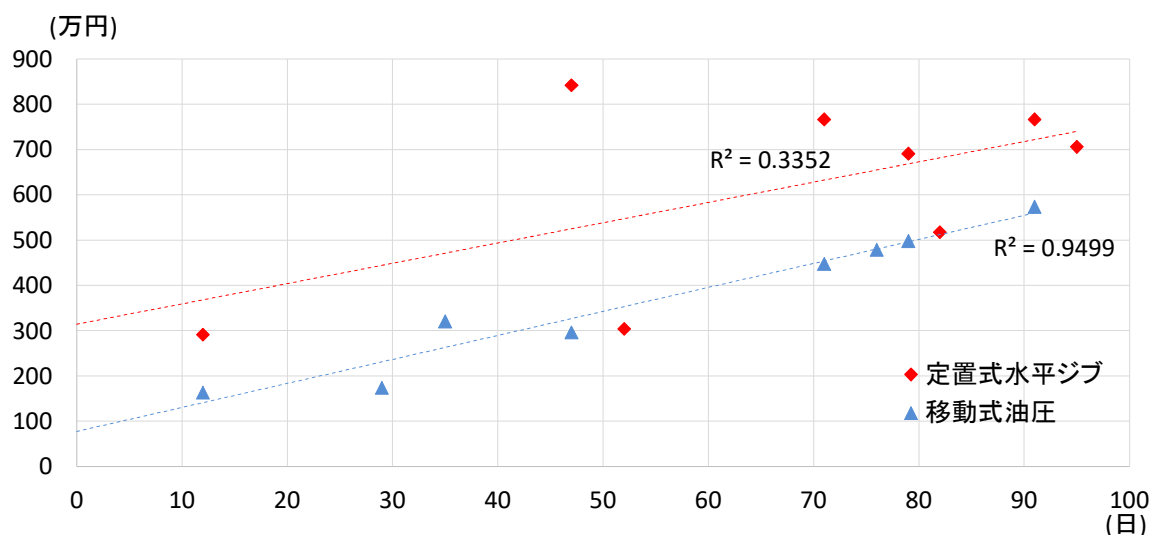


図 4-19 クレーン使用日数と費用の関係

4.1.5 定置式水平ジブクレーンの適用現場条件の整理

これまでの現場試行結果に基づいて、移動式油圧クレーンよりも、定置式水平ジブクレーンが適しているといえる現場条件について整理する。

(1) 対象工事一覧

共同研究工事以外に国総研にてモニタリングを実施した工事を4件追加して整理して検討した。追加した工事を含む一覧表を表4-20に示す。追加工事は18番～21番である。

表 4-20 適用現場条件の整理 事例一覧

No.	工事名	構造物	工事受注者	施工年度	資機材
1	令和3～4年度嫁坂谷川樋門新設工事	樋門	県西土木	R4	ジブ
2	道央圏連絡道路 長沼町 山加山改良工事	函渠	砂子組	R4	ジブ
3	十勝川改修工事の内 池田大橋下流河道掘削外工事	樋門	宮坂建設工業	R4	ジブ
4	恵庭栗山線馬追橋架替工事その2	橋梁下部	砂子組	R4	ジブ
5	令和4年度 河川災害復旧助成・社会資本整備総合交付金(広域連携)合併工事	橋梁下部	フクサワコーポレーション	R5	ジブ、システム型枠
6	道央圏連絡道路長沼町北5号線改良工事	函渠	砂子組	R5	ジブ
7	帯広広尾自動車道 大樹町 大樹道路改良工事	函渠	宮坂建設工業	R5	ジブ
8	北3西12(分譲棟)新築工事	建築	砂子組	R5	ジブ
9	令和4年度 阿南ICONランプ橋下部A1外工事	橋梁下部	亀井組	R5	ジブ
10	帯広広尾自動車道 大樹町大樹南道路改良工事	函渠	宮坂建設工業	R6	ジブ
11	令和5～6年度加茂第二堤防護岸(その4)外工事	擁壁	県西土木	R6	ジブ
12	石狩川改修工事の内 北村遊水地美唄川囲ぎよう堤外工事	ブロック敷設	砂子組	R6	ジブ
13	令和6年度 防災・安全交付金 代行(重点)工事 大久保橋(2工区)	橋梁下部	フクサワコーポレーション	R7	ジブ
14	帯広広尾自動車道 大樹町 リュウ川橋下部工事	橋梁下部	宮坂建設工業	R7	ジブ
15	道央圏連絡道路 長沼町 長沼ランプ橋下部工事	橋梁下部	砂子組	R7	ジブ
16	R6国道18号坂城更埴BP稲荷山地区改良8工事	調整池	フクサワコーポレーション	R7	ジブ、システム型枠
17	令和6～7年度加茂第二堤防護岸(その5)外工事	擁壁	県西土木	R7	システム型枠
18	野洲栗東バイパス出庭高架橋P1橋脚工事	橋梁下部	桑原組	R3	ジブ
19	天塩川改修工事の内 美深パンケ樋管改築外工事	樋門	宮坂建設工業	R3	ジブ
20	福岡3号 思案橋川橋下部工A1外工事	橋梁下部	南組	R3	ジブ
21	北海道横断自動車道 陸別町 川向改良工事	函渠	萩原建設工業	R4	ジブ

(2) 定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンとの機能比較

施工現場条件の整理にあたり、定置式水平ジブクレーンと移動式油圧式クレーンの機能比較を行う。

1) 作業半径と運搬重量の関係

図4-20に建設工事現場で使用実績が多い25t移動式油圧クレーン(タダノ GR-250N)と、共同研究にて使用されている定置式水平ジブクレーン(リープヘル 42K.1及び53K)の揚重能力の比較を示す。図4-19より、作業半径が18～20m程度以下では、移動式油圧クレーンの方が、揚重能力が高い。この作業半径から移動式油圧クレーンのブーム長である27.9mまでの作業

半径では定置式水平ジブクレーンの揚重能力が高い。さらに 27.9m 以上の作業半径では定置式水平ジブクレーンのみ揚重が可能である。

移動式油圧クレーンは作業半径が 20m 程度以下で、重量が重い運搬物に適しており、定置式水平ジブクレーンは作業半径が大きく、比較的重量が軽い（概ね 1,000kg 以下）運搬物に適している。

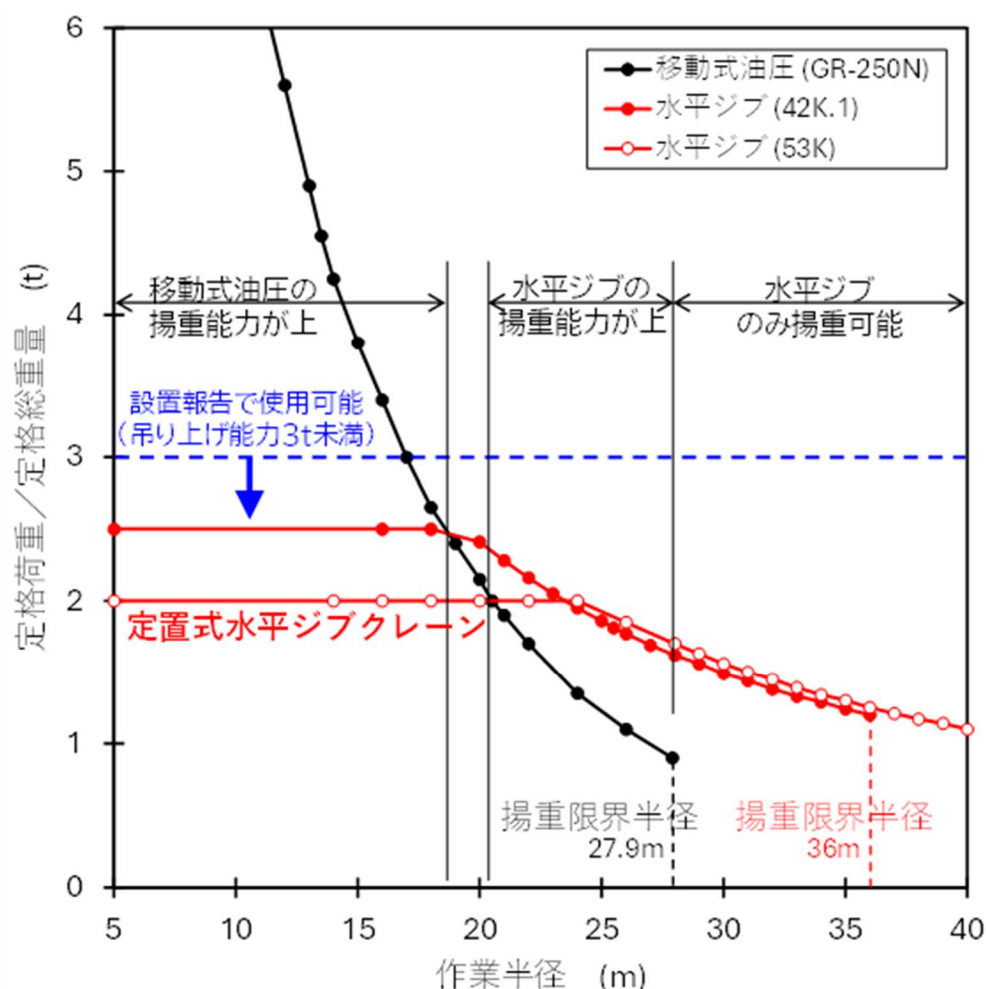


図 4-20 (図 4-2 の再掲) 作業半径と運搬重量の関係

2) 作業半径と揚程の関係

同じ運搬重量における作業半径について整理する。図 4-21 に同位置での 25 t 移動式油圧クレーン（タダノ GR-250N）と、定置式水平ジブクレーン（リープヘル 42K.1/J）の 1.2t での作業範囲図を示す。1.2t はリープヘル 42K.1/J の定格荷重である。

移動式油圧クレーンの揚程は、作業半径が大きくなるほど低くなるドーム状の形状となる。ブームのみを使用した移動式油圧クレーンを想定すると、作業半径が 12m 程度以下では移動式油圧クレーンの揚程がわずかに高いが、12m 程度を越えると定置式水平ジブクレーンの揚程が高い。また、吊り荷重を 1.2t とすると、移動式油圧クレーンの最大作業半径は 25m 程度であり、作業半径 25m を越える運搬はできず、定置式水平ジブクレーンのみに対応可能となる。

このため、最大運搬重量が比較的重量が軽い（概ね 1,200kg 以下）運搬物の場合には、定置式

水平ジブクレーンは、作業半径が大きく、また高い揚程が必要な場合に有利になるといえる。

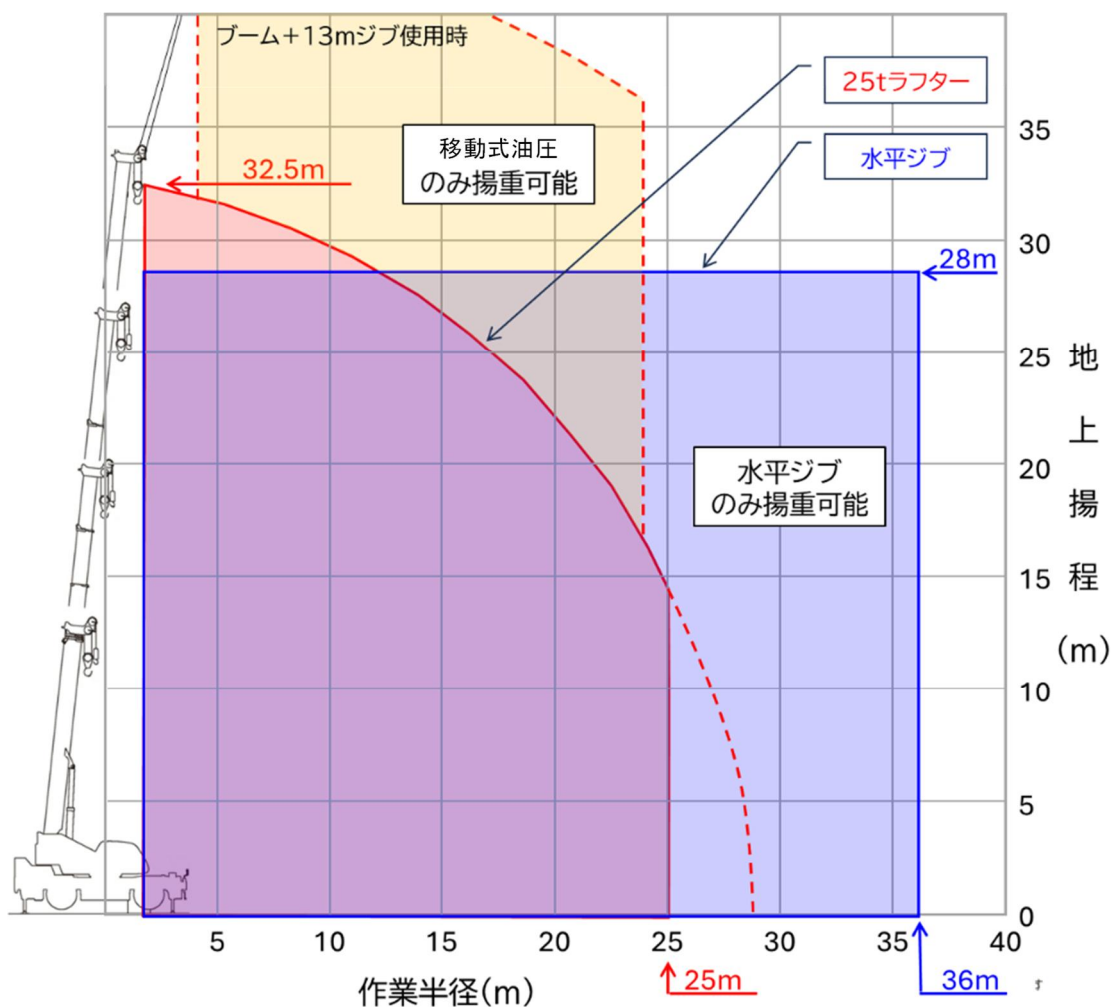


図 4-21 定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンの作業範囲比較（運搬重量 1.2t）

3) 設置面積

表 4-21 及び図 4-22 に、25 t 移動式油圧クレーン（タダノ GR-250N）と定置式水平ジブクレーン(42K.1)の設置面積比較の表及び図を示す。ここで、移動式油圧クレーンではアウトリガーから余裕 50cm を見込んで設置面積としている。また、定置式水平ジブクレーン(42K.1)はアウトリガー間隔 4.0m であり、移動式油圧クレーンと同様に余裕 50cm を見込んで 1 辺 5.0m の正方形を設置面積とした。なお、定置式水平ジブクレーン(53K)のアウトリガー間隔は 4.2m であり、この場合の設置面積を 1 辺 5.2m の正方形とした。

設置面積は、移動式油圧クレーン $A=60.8\text{m}^2$ ($=7.6\text{m} \times 8.0\text{m}$)、定置式水平ジブクレーン $A=25.0\text{m}^2$ ($=5.0\text{m} \times 5.0\text{m}$) である。定置式水平ジブクレーンの設置面積は、移動式油圧クレーンの 41% ($=25.0/60.8$) と小さい。53K の設置面積は 27m^2 であり移動式油圧クレーンの 44% である。

定置式水平ジブクレーンは作業半径が大きく、広範囲の資材を運搬でき、工事現場が広い場合

に適用性が高いと言える反面、定置式水平ジブクレーンは設置面積が小さく、狭い工事現場でも移動式油圧クレーンに比べ資材置場を広くとることができるといえる。

表 4-21 定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンの設置面積比較

機種	移動式油圧 (GR-250N)	ジブ (42K.1/J)	ジブ (53K/J)
設置面積(m ²)	60.8	25	27

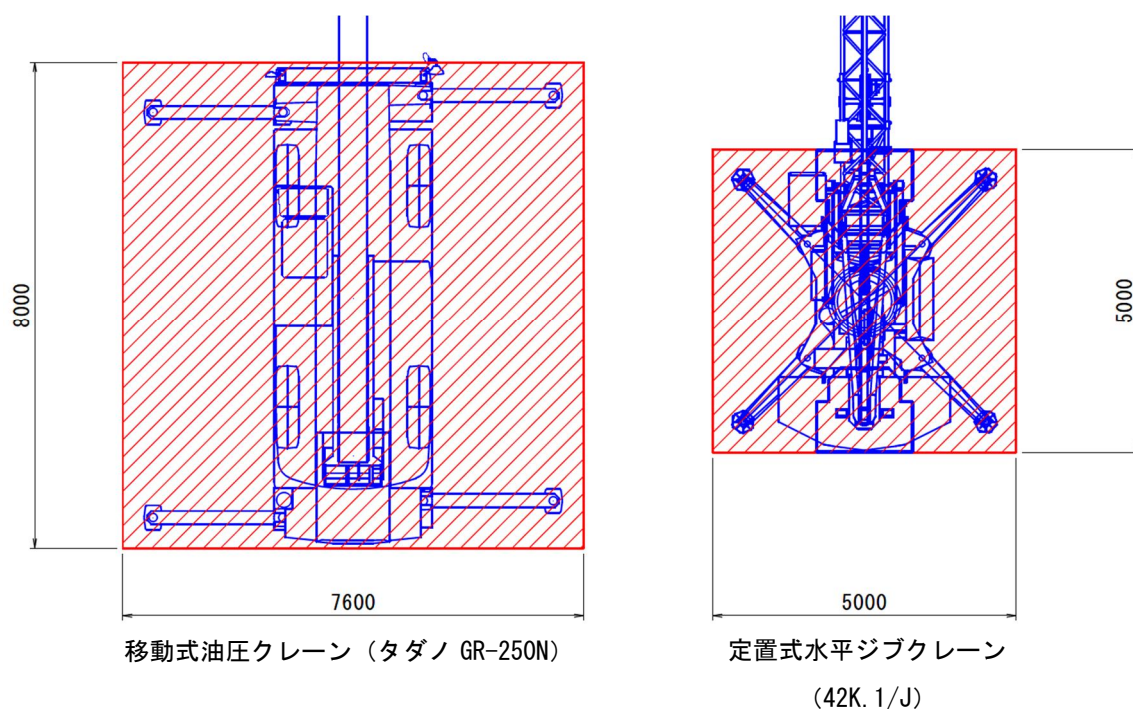


図 4-22 定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンの設置面積比較

（３）定置式水平ジブクレーンの適用現場条件の整理

共同研究、及び過去国総研がモニタリングした定置式水平ジブクレーン施工事例の整理結果より、移動式油圧クレーンと比較して、定置式水平ジブクレーンが有利に働いたと思われる施工現場条件を整理した。整理項目を表 4-22 に示す。

表 4-22 適用現場条件 整理項目

構造物関係	環境関係
1) 構造物種類	3) 資材置き場広さ
2) 構造物(施工ヤード)規模	4) 施工現場高低差
	5) 現場内支障物
	6) クレーン搬入条件
	7) 資材搬入条件
	8) 場内運搬条件
	9) 気象条件
	10) 周辺環境条件

1) 構造物種類

定置式水平ジブクレーンが常設型であることから、構造物条件は、作業半径と揚程で構築される円筒空間内に収まり、場内運搬物が 1 t 程度以下に分割できる構造物となる。作業半径と揚程で構築される円筒空間の例を図 4-23 に示す。

定置式水平ジブクレーンの使用に適している構造物種類としては、上記施工の条件を満足する橋台工、橋脚工、カルバート工、樋門工、擁壁工、河川護岸工、地下構造物（オープン掘削）、堰堤・砂防ダム、場所打ち上部工と思われる。



図 4-23 作業半径と揚程で構築される円筒空間の例

1) 施工ヤード（構造物）規模

クレーンの設置場所が固定されるため、揚重範囲内に施工ヤード全域が含まれないと、移動式油圧クレーンとの併用（事例 4）や、定置式水平ジブクレーンの移動が必要となる。

施工ヤードを矩形形状とすると、施工ヤード（構造物規模）としては、施工ヤードはクレーンを中心とする半円状範囲に収まる規模と考えられる。（図 4-24）

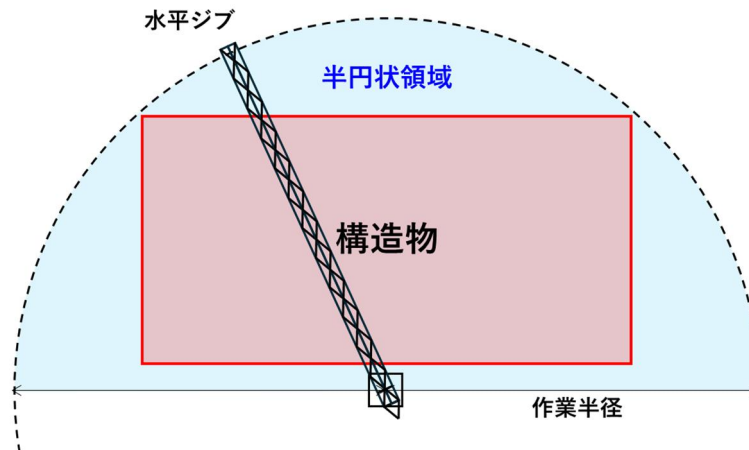


図 4-24 構築する構造物の平面位置（半円状領域）

2) 資材置場の広さ

移動式油圧クレーンは、クレーン通行路を確保する必要があるとともに、(2) の性能比較から作業半径は定置式水平ジブクレーンよりも小さく、逆に設置面積は定置式水平ジブクレーンよりも大きい。このため、資材置場を設置できる範囲が狭い。

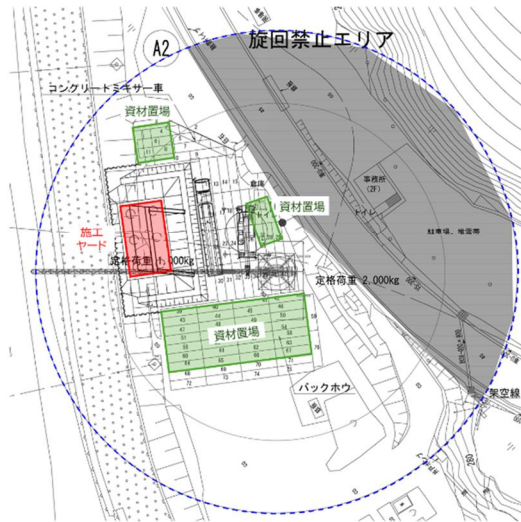
定置式水平ジブクレーンは、通行路を確保する必要がなく、作業半径は移動式油圧クレーンよりも大きく、設置面積は移動式油圧クレーンより小さい。このため、移動式油圧クレーンと比べて、資材置場を広く確保することができ、工種別・資材種類別に分類して管理することができる。また資材納入者はいつでも資材置場に荷卸しすることができ、施工の効率化に寄与すると思われる。

定置式水平ジブクレーンは、施工現場置場が広い場合には大きな作業半径を活かして、資材置場を広くとることができ、逆に施工現場置場が狭い場合にも小さな設置面積を活かして、移動式油圧クレーンよりも資材置場を広くとることができる。

定置式水平ジブクレーンは、資材置場の広さとは関係なく移動式油圧クレーンと比べて有利に働くといえる。

工事事例としては、旋回範囲の制限により資材置場が狭い場合として事例 5（橋梁下部）、資材置場が広い場合として事例 6（函渠）が挙げられる。（図 4-25）

狭い事例: 事例5(橋梁下部)



広い事例: 事例6(函渠)

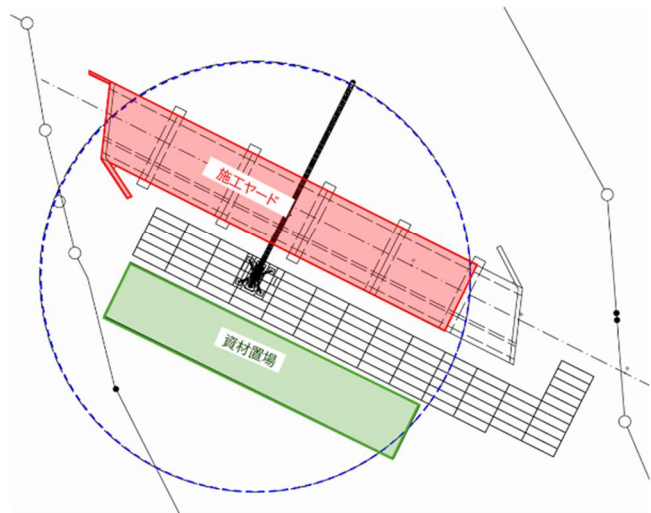


図 4-25 資材置場事例図面

3) 現場の高低差

現場の高低差によるクレーンへの影響としては、クレーンの巻き長さ（巻き上げ／巻き下げ高さ）の違いである。

資材置場内や、資材置場と施工ヤードの高低差は、クレーンの種類による影響はないと考えられる。しかし、通常構造物周囲には足場が組まれる。足場上や高所で作業する場合には、資機材以外にも工具や小物の運搬が必要であり、常時移動式油圧クレーンがない場合には人力で運搬せざるを得ない。河川護岸や足場が低い構造物では人力運搬の負担も少ないが、足場が高くなるほど人力運搬の負担が大きくなる。

したがって、高所での作業が多い現場では、定置式水平ジブクレーンを使用することにより、階段昇降を伴う人力運搬が軽減される。

工事事例は、頂版上での施工が必要である函渠工事の事例 2、6、7、10、21 が挙げられる。事例 7 の状況を図 4-26 に示す。



事例7(函渠)



頂部施工状況

図 4-26 現場の高低差事例

4) 現場内の支障物（建築物、道路、電線など）

現場内における建築物や電線については、定置式水平ジブクレーンと移動式油圧クレーンで大差はないと考えられる。ただし、定置式水平ジブクレーンは高さが固定であり、設定した高さ以上に吊り荷を運搬出来ないため、上空に高さ制限がある場合には有利になる場合がある。工事事例としては、現場上空に高压線がある事例3（樋門）が挙げられる。（図4-27）

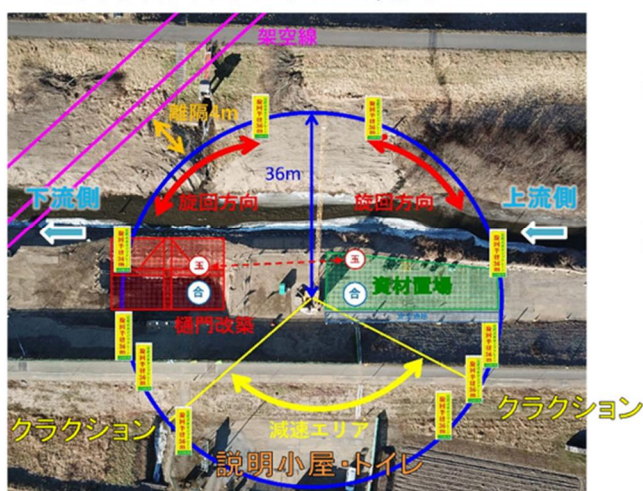
定置式水平ジブクレーンでは、事例5（橋梁下部）、事例14（橋梁下部）のように揚重範囲内に一般車両用道路がある場合、水平ジブが道路上に出る場合があり、民法第207条の「土地の所有権は、法令の制限内において、その土地の上下に及ぶ」ため、事業者が事業者外の土地の上空に、クレーンのジブを張り出す・通過する場合には土地所有者への上空の使用許諾等が必要になるため、旋回や吊り荷の移動制限が発生する場合がある。

一般的に構造物の周囲には足場が組まれ、移動式油圧クレーンはブームを傾斜させるため、足場側近にはクレーンを据え付けることができない。このため、クレーンから施工ヤードまでの距離が遠くなり、同じ揚重性能を得るためには、より大型のクレーンが必要となる場合がある。これに対して、定置式水平ジブクレーンは、足場側近に設置することができるため、同じ揚重性能でもより遠くまで運搬でき、さらに資材置場の活用面積も広がる。（事例14）

定置式水平ジブクレーンは移動式油圧クレーンに比べて、構造物側近に据え付けて足場内への資材運搬を行えることが特徴的である。

また、施工現場内に構造物がある場合には、移動式油圧クレーンではオペレーターに死角が発生し、玉掛け／玉外し者は無線や手合図でオペレーターに操作を指示する。定置式水平ジブクレーンではリモコンを用いて吊り荷近傍でクレーンを操作できるため死角が発生せず、安全かつ正確で効率的な運搬が可能である。ジブクレーンでは死角が発生しないので、施工現場内に構造物がある場合には安全性から特に有利になるといえる。

上空高さ制限事例：事例3（樋門）



吊り荷移動制限事例：事例5（橋梁下部）

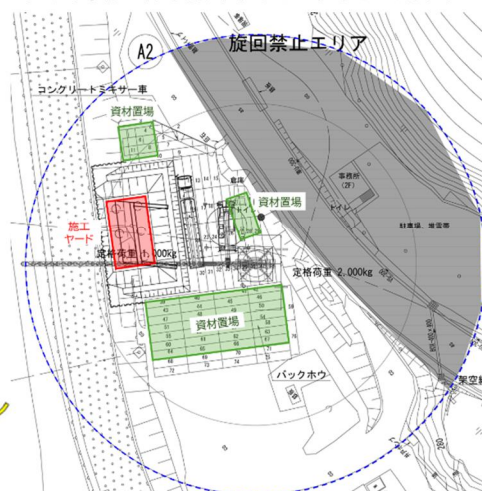


図 4-27 現場内支障物事例

1) 機材搬入条件（クレーンの陸送経路）

移動式油圧クレーンは自走式であるが、定置式水平ジブクレーンは国総研の保有するリープヘル製 42K.1/J 等の機種では分解して大型特殊車両による運搬及び運搬先での別クレーンによる組立作業が必要である。また、両者とも道路通行に際しては、特殊車両通行許可申請が必要であり、事前に機材搬入路の調査と、必要であれば搬入路の勾配調整等の局所的な改変が必要である。機材搬入条件は、大型特殊車両への積み降ろし作業や組立がかかるため、移動式油圧クレーンと比べて不利と考えられる。

2) 機材搬入条件（資材の現場搬入）

定置式水平ジブクレーンは常時のクレーンの進入路は不要である。このため、移動式油圧クレーン使用時に必要となる進入路のスペースを、荷揚げ／荷卸し場所や資機材の仮置場、作業ヤードとして活用できる。

3) 場内運搬条件（資材置場から施工ヤードへの資材運搬）

場内運搬に関しては、クレーンの違いよりもクレーンに合わせた資材置場の配置・運搬方法による影響が大きいと思われる。

移動式油圧クレーンは移動して据え付けることができ、支障物を避け、最も運搬距離が短い経路にクレーンを据え付けることができる。

これに対して定置式水平ジブクレーンは、施工中は移動することができず、支障物を避けた運搬経路とならざるを得ない場合がある。また、広い揚重範囲を有するため、逆に運搬距離が移動式油圧クレーンに比べて長くなる場合もあるといえる（図 4-28 参照）。

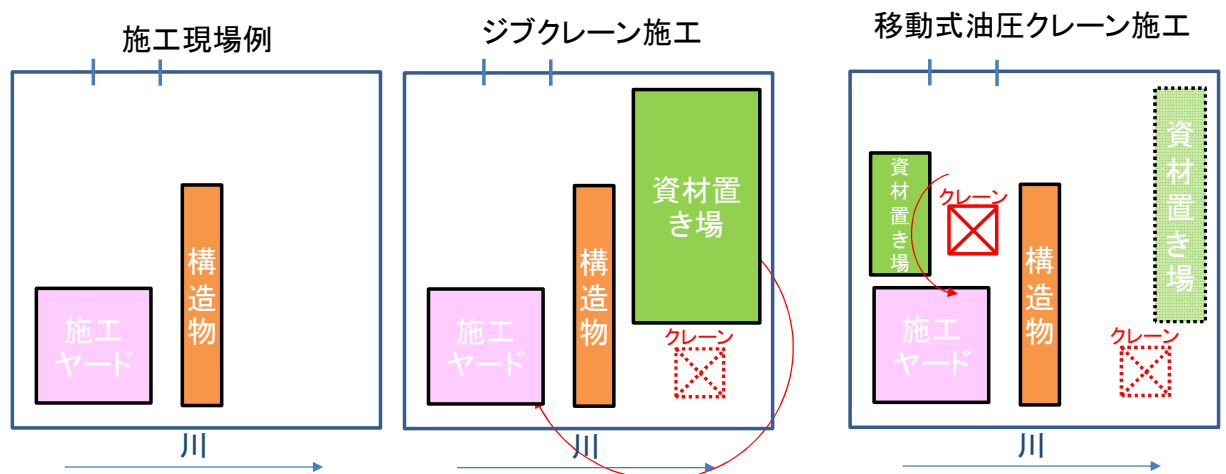


図 4-28 現場内に既設構造物がある場合の場内運搬経路

4) 気象条件

移動式油圧クレーンは、事前手配の上、作業日に回送される。このため、回送日の気象による影響を受け、道路冠水や渋滞、積雪等により回送できない場合もある。特に寒冷地の冬期施工（事例 2、事例 4、事例 5）は、積雪により回送できない、ラフター回送前に進入路の除雪が必要など、想定外の事態が発生する可能性がある。道路冠水や渋滞、積雪による交通規制が予想される現場では、回送が不要な定置式水平ジブクレーンが有利に働くといえる。

一方、定置式水平ジブクレーンは、台風の襲来や出水の際に速やかに折り畳みや移動することができない。出水が懸念される現場では、あらかじめ、折りたたみ、前もって移動する避難場所を準備しておく必要がある。（図 4-29）

事例11: 折り畳み状況



事例11: 台風に備えた撤去状況



図 4-29 台風時の撤去事例

10) 周辺環境条件

定置式水平ジブクレーンは電動であり、商用電源又は発動発電機で駆動する。このため、移動式油圧クレーンに比べて騒音が小さい。特に商用電源を使用する場合には、ほとんど無騒音で運搬できる。

定置式水平ジブクレーンは、現場近傍に住家や病院、学校など騒音に対する配慮が必要な環境であっても使用できる。（図 4-30）

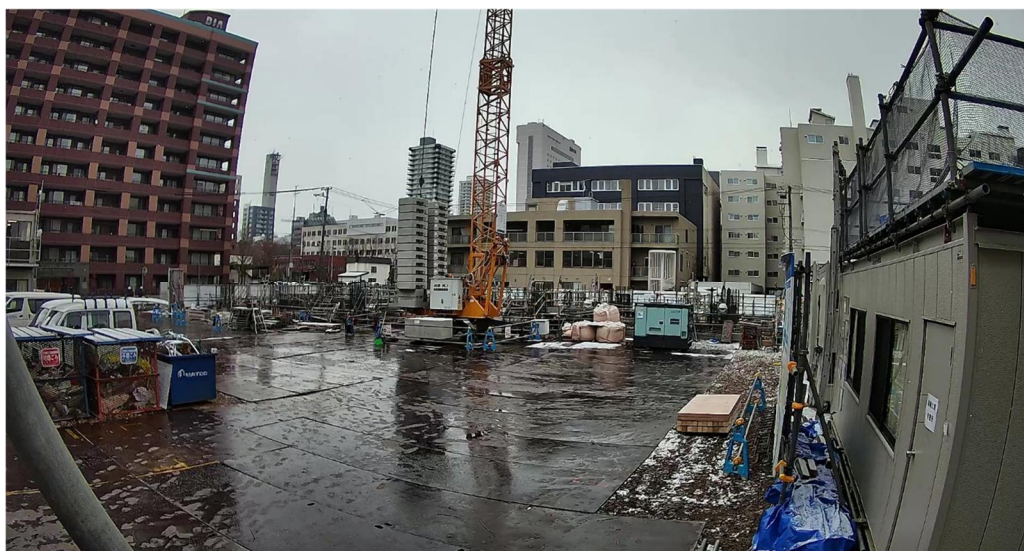


図 4-30 市街地での施工事例（事例 8）

検討結果をまとめた一覧表を 表 4-23 に示す。

表 4-23 定置式水平ジブクレーンの適用現場条件

整理項目		いい方向に働く可能性がある条件	留意すべき影響が生じる可能性がある条件 ※移動式油圧クレーンの使用にいい方向に働く可能性がある条件
構造物関係	1) 構造物の種類	作業半径と揚程で構築される円筒空間内に収まり、場内運搬物が 1 t 程度以下に分割できる構造物 例：橋台工、橋脚工、カルバート工、樋門工、擁壁工、河川護岸工、地下構造物（オープン掘削）、堰堤・砂防ダム、場所打ち上部工 等	・作業半径と揚程で構築される円筒空間内に収まらない、あるいは場内運搬物が 1 t 程度以下に分割できない構造物 ・バケットにてコンクリートを打設する場合
	2) 施工ヤード規模	クレーンを中心とし、水平ジブ長を半径とする半円状領域に収まる規模	クレーンを中心とし、水平ジブ長を半径とする半円状領域に収まらない場合
現場環境関係	3) 資材置場広さ	広い場合：広い揚重範囲を活かした資材置場配置の柔軟さ、整理整頓の容易さ 狭い場合：小さな設置場所を活かした資材置場の有効活用	＜なし＞
	4) 現場の高低差	高所での作業が多い現場（人力運搬を伴う階段昇降の削減）	＜なし＞
	5) 施工現場内の支障物	・上空に高さ制限がある現場 ・クレーンを構造物側近に据え付ける必要がある現場 ・支障物によりラフターでは死角が発生する現場	＜なし＞
	6) 機材搬入条件（クレーン輸送路）	＜なし＞	＜車両での積み降ろし・組立作業のない移動式油圧クレーンが有利＞
	7) 資材搬入条件（資材搬入路）	クレーン進入路も、荷揚げ／荷卸し場所や資機材の仮置場、作用ヤードとして活用したい現場	＜なし＞
	8) 場内運搬条件	＜なし＞	＜据付位置変更が容易な移動式油圧クレーンが有利＞
	9) 気象条件	交通渋滞や、大雨による道路冠水、積雪等により交通規制が予想される現場	出水、台風時等に撤去が必要な現場
	10) 周辺環境条件	現場近傍に住家や病院、学校など騒音に対する配慮が必要となる環境であっても使用できる	＜なし＞

4.1.6 積算基準におけるクレーンの扱い

現行の土木工事積算基準は、施工現場での実態調査を踏まえて設定されており、使用頻度が高い移動式油圧クレーンを想定して規定されている。現行の積算基準におけるクレーンの扱いを表4-24に示す。また、クレーン費用が含まれる施工パッケージ単価事例について表4-25に示す。積算基準では、施工量当たりのクレーン使用時間やクレーン機種名が明確な場合の他、その他の資機材と合算で計上されている場合や、クレーン機種名や性能が規定されていない場合もある。

過去の定置式水平ジブクレーン使用を指定した試行工事においては、既存の歩掛からクレーンに関する費用を一旦減額して、定置式水平ジブクレーン使用にかかる費用を見積もりにより算定し加算している。4.1.5に示した適用現場条件の整理を参照して定置式水平ジブクレーンの活用により生産性の向上が想定できる工事においては、このような試行工事として実施することも可能と思われる。

表 4-24 現場打ちコンクリート躯体工におけるクレーン費用の考え方^{4,5)}

a)個別工種

工種名	頁	形式	鉄筋	足場・支保	型枠	Co打設	備考
鉄筋工	Ⅵ-2-①-1	市場単価	RC・TC				※25t吊以下を見込む
足場支保工	Ⅱ-5-⑦-1	歩掛		RC(25t吊)			
架設支保工	Ⅳ-7-⑭-1	歩掛		RC(25t吊)			
型枠工	Ⅱ-4-②-1	施工P			パッケージ単価に含む		※規格記載無し
コンクリート工	Ⅱ-4-①-1	施工P				RC・CC	※規格は条件による

b)複合工種

工種名	頁	形式	鉄筋	足場・支保	型枠	Co打設	備考
場所打擁壁工	Ⅱ-2-⑤-1	施工P		パッケージ単価に含む			※鉄筋～Coの一式単価
函渠工	Ⅱ-2-⑭-1	施工P	a)鉄筋工	パッケージ単価に含む			※足場～Coの一式単価
コンクリート(砂防)	Ⅲ-3-②-1	歩掛		※使用無し	RC(25t吊)	RC(25t吊)	※砂防堰堤等の歩掛
共同溝工	Ⅳ-4-①-1	歩掛	a)鉄筋工	諸雑費		※ポンプ車打設	※足場～Coの一式歩掛
PC場所打箱桁橋工	Ⅳ-7-⑫-1	歩掛	諸雑費	a)架設支保工	諸雑費	※ポンプ車打設	※型枠・Coの一式歩掛
RC場所打HS橋工	Ⅳ-7-⑬-1	歩掛	a)鉄筋工	a)架設支保工	諸雑費	※ポンプ車打設	※型枠・Coの一式歩掛
橋台・橋脚工	Ⅳ-7-⑰-1	歩掛	a)鉄筋工	諸雑費		※ポンプ車打設	※足場～Coの一式歩掛

c)その他(材料の現場内小運搬)

工種名	頁	形式	鉄筋	足場・支保	型枠	Co打設	備考
現場内小運搬	Ⅵ-2-①-1	—	a)鉄筋工	共通仮設費率		※各工種で計上	

注記 1) RC:ラフテレーンクレーン、TC:トラッククレーン、CC:クローラクレーン

2) パッケージ単価に含むの詳細は表4-24の通り

3) 灰色箇所は別途計上する工種

4) 諸雑費はその他労務や機械損料等とともに一括計上されるもの

5) ※ポンプ車打設とは、歩掛上にポンプ車を費用を含むもの

表 4-25 パッケージ単価にクレーン費用を含む事例 4.5)4.6)

a) 基準での記載内容 型枠工(Ⅱ-4-②-1)

3. 施工パッケージ

3-1 型枠

(1) 条件区分

条件区分は、次表を標準とする

表3.1 型枠 積算条件区分一覧

(積算単位：m²)

型枠の種類	構造物の種類
一般型枠	鉄筋・無筋構造物
	小型構造物
	鉄筋・無筋構造物（合板円形型枠使用）
	トンネル非常駐車帯妻部、箱抜き
	均しコンクリート
化粧型枠	鉄筋・無筋構造物
	小型構造物
	鉄筋・無筋構造物（合板円形型枠使用）
撤去しない埋設型枠	床版部
	支承部・連結部

(注) 1. 上表は型枠の組立・設置・撤去、水抜パイプの設置、はく離剤塗布及びケレン作業の他、型枠用合板、鋼製型枠、型枠用金物、組立支持材、さん木、洋釘、はく離剤及び電気ドリル、電気ノコギリ損料、電力に関する経費、仮設材の持上（下）げ及び型枠の製作・組立・解体に要する機械の費用等、その施工に要する全ての費用を含む。ただし、化粧型枠（材料費）及び撤去しない埋設型枠（材料費）は含まない。

(2) 代表機材規格

下表機材は、当該施工パッケージで使用されている機材の代表的な規格である。

表3.3 型枠 代表機材規格一覧

規格の記載無し

項目	代表機材規格	備考	
機械	K 1	—	
	K 2	—	
	K 3	—	
労務	R 1	型枠工	一般型枠・化粧型枠の場合
		特殊作業員	撤去しない埋設型枠の場合
	トンネル特殊工	トンネル非常駐車帯妻部、箱抜きの場合	
		普通作業員	
	R 2	トンネル作業員	トンネル非常駐車帯妻部、箱抜きの場合
		土木一般世話役	
	R 3	トンネル世話役	トンネル非常駐車帯妻部、箱抜きの場合
		R 4	—
材料	Z 1	—	
	Z 2	—	
	Z 3	—	
	Z 4	—	
市場単価	S	—	

b)費用 一般型枠(鉄筋・無筋構造物)の場合

< 積算単位：m2 >

条件区分		標準単価	機材構成比													
型枠の種類	構造物の種類		K	R				Z								S
				K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4		
一般型枠	鉄筋・無筋構造物	10,100	0.00	-	-	-	100.00	46.66	25.14	9.51	-	0.00	-	-	-	-
一般型枠	小型構造物	9,147.6	0.00	-	-	-	100.00	44.28	30.82	11.86	-	0.00	-	-	-	-

標準単価に含まれるクレーン等費用の計算

10,100(円/m2) × (100－81.31)%
＝ 1,887.7(円/m2)
この金額にクレーン費用が含まれている

4.2 システム型枠による改善検討

欧州の工事現場で一般的に使用されている“システム型枠”の活用効果及び現場条件について検討した。

本報告書における“システム型枠”とは、工場製作されたパネル・ユニット部材を用いて構成される工業化型枠システムであり、在来型枠に対して組立・解体の省力化や工期短縮を実現する工法^{4.7)}とする。

日本の工事現場に一般的な型枠材料と比較すると、以下に示すような特徴がある。(表 4-26 参照)

表 4-26 従来型枠とシステム型枠の特徴

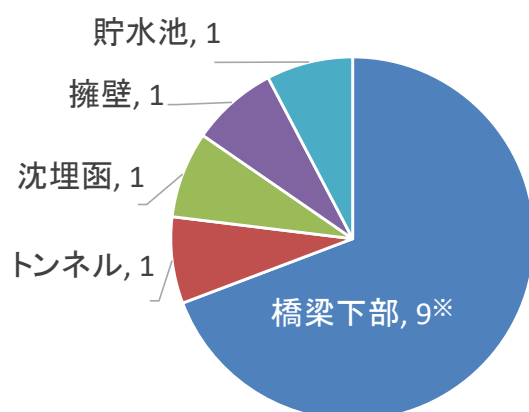
型枠種類	従来型枠	システム型枠		
		合板型枠	樹脂性型枠	鋼製型枠
型枠板	化粧合板 t =12m/m	木材 t =20～25m/m	樹脂	鋼鉄
				
重量	中程度	重い	軽量	中程度
耐久性	湿気や虫害に弱く、適切な処理が必要	湿気や虫害に弱く、適切な処理が必要	腐食しにくく、化学薬品に強い	錆びに対する処理が施されていれば 長期間の使用可能
経済性	初期コストは低いが、長期間（転用回数が多い）使用してもコスト削減効果が低い	初期コストは高めだが、長期的（転用回数が多い）な使用で経済性が優位になる	初期コストは高めだが、長期的（転用回数が多い）な使用で経済性が優位になる	初期コストは非常に高いが、長期的（転用回数が多い）な使用で経済性が優位になる
転用回数	5 ～10 回程度	30～40 回程度 ^{4.8)}	100 回程度 ^{4.8)}	100 回以上
適用性	現在の主流工法 小～中規模の建築・土木構造物向き、大作業により複雑な形状にも適用可能	型枠高さ 12m まで対応可能 壁や柱、スラブなど大面積（大型パネル）での使用に適する。	組立が簡単で、パネル種類が多い。 軽量で剛性があるため、高所での施工や大型パネル化に適している	高い精度が要求される構造物、転用回数が多い構造物に適している。
使用上の留意点	湿気や水に弱いため、保管時は乾燥した場所に置く必要がある 加工が容易で現場での調整がしやすい 転用回数が少ないため、環境面では廃棄物が多くなる可能性がある	湿気や水に弱いため、保管時は乾燥した場所に置く必要がある 加工が容易で現場での調整がしやすいが、大型切断機等が必要 重量が重く設置にはクレーンが必要	高温下での使用により変形する可能性があるため、温度管理が必要である 軽量で扱いやすく、型枠職人の専門技術がなくても設置できる 溶接の火花により樹脂が溶ける可能性が懸念される	保管時には定期的に防錆処理等のメンテナンスが必要 現場での加工・調整は不可 表面錆が発生し、コンクリート仕上げ面に錆が付着する可能性がある リサイクルが可能

4.2.1 システム型枠の土木工事での使用状況

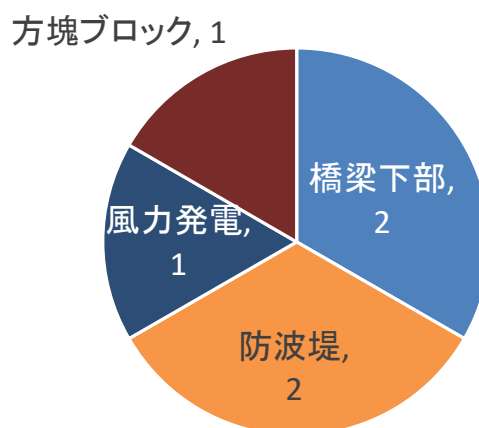
平成 26 年度から令和 7 年度の土木工事において、システム型枠の使用事例を整理した。対象は合板型枠（PERI 社 VARIO、Doka 社足場一体型セルフクライミングシステム「SKE」）、軽量型枠（PERI 社 DUO）として、PERI 社及び Doka 社の型枠メーカーに実績を確認した。結果を図 4-31 に示す。合板型枠の方が使用事例数は多く、橋梁下部（9 件）、トンネル（1 件）、沈埋函（1 件）、擁壁（1 件）であった。橋梁下部工事のうち 5 件が足場と型枠が一体化して分割せずに昇降できるセルフクライミングシステムを併用するものであった。セルフクライミングシステムにより、コンクリート打設後油圧ジャッキにより上部に移動することで、現場での型枠及び足場の解体、クレーン運搬、設置が不要となる。

樹脂製型枠は橋梁下部（2 件）、防波堤（2 件）、風力発電（1 件）、方塊ブロック（1 件）であった。構造物種類としては合板、樹脂製ともに橋梁下部が最大であった。

（１）合板型枠



（２）樹脂製型枠



※5 件はクライミングシステムの併用

図 4-31 システム型枠使用土木工事 構造物の種類（2014 年～2025 年）

また、表 4-3 に示す、5 番「令和 4 年度 河川災害復旧助成・社会資本整備総合交付金（広域連携）合併工事」16 番「R 6 国道 1 8 号坂城更埴 B P 稲荷山地区改良 8 工事」17 番「令和 6 - 7 年度加茂第二堤防護岸（その 5）外工事」においては効果・課題を含む事例集様式を作成した。巻末に示す。

4.2.2 システム型枠の定性的評価

6 事例の施工者（建設技術者、建設技能者）にシステム型枠適用の効果についてヒアリングを行った。代表的な意見を以下に示す。

（１）効果

1) 施工の効率化

(合板型枠)

- ・組立はパネルが大きくクライミングシステムで揚重が不要のため手間が少ない。

(合板型枠及びクライミングシステム)

- ・慣れてくれば在来型枠よりも施工量は増える。
- ・本現場では 25～30%程度日当たりの施工量は増えている。
- ・システム型枠及びクライミングシステムの活用により、従来行っていた型枠運搬が不要になるため、在来型枠に必要な玉掛け／玉外し、中間支持者など 1 班当たり 3 名程度が不要となる。
- ・在来型枠に比べて、高所クレーン作業が減る・型枠や足場の入れ替えがなくなるなどによりシステム型枠は 8 割程度の工程で施工できている。

(樹脂製型枠)

- ・寸法調整のため木製型枠と接合したが、連結金具があり簡単に接続できた。

(共通)

- ・型枠の剛性が高く、セパレーターの設置個数を減らせる。

2) 品質

(合板型枠及びクライミングシステム)

- ・20 回ほど転用した。20 回程度ならば従来の合板型枠よりも仕上がりがよかった。仕上がりを気にしなければ 30 回でも転用できる。

3) 安全性

(合板型枠及びクライミングシステム)

- ・場内運搬、組立設置、解体撤去では従来工法よりもシンプルで人間の行動回数や労務が減り事故リスクが下がった。
- ・型枠組立・解体の高所でのクレーン作業が減り（型枠に関する運搬、足場の盛り替え）、高所での作業は明らかに減る。

(樹脂製型枠)

- ・軽いので腰を痛めない。
- ・従来使用している合板で必要な切断がない。
- ・組立や解体が特殊な金具で止めるだけなので簡単。
- ・組立設置、解体撤去において熟練工でなくても安全に作業ができた。

4) 環境負荷の低減

(樹脂製型枠)

- ・転用回数も多く、廃棄物処理量や費用が減少する。

(2) 課題

1) 費用

- ・型枠単体としては費用が高い。フレームなどはリース品があるが、板材はリース品がない。

2) 現場での修正困難

- ・セパレーター穴の位置が各パネルに固定されたため、事前に配筋図とセパレーター位置図

を照査し配筋図を修正した。

3) 型枠への慣れ

(合板型枠)

- ・型枠大工としては、システム型枠はメーカーにより異なるため、要点が慣れるまで掴めない。

4) 施工性

(樹脂製型枠)

- ・大型パネル化するので風が強い場合には施工出来ない。

(合板型枠)

- ・システム型枠で必要な寸法が満足できない場合は木製、調整用に木製型枠を使用した。
- ・システム型枠は専用の部品が多い。
- ・製作加工、組立作業に型枠が重いためクレーンが必須となる。

5) 安全性

(合板型枠)

- ・大型パネルで重量があるため、挟まれたり落下したりする場合に事故の重傷度合いが大きくなる。

4.2.3 システム型枠の定量的評価

(1) 労働生産性比較 橋梁下部

「令和4年度 河川災害復旧助成・社会資本整備総合交付金（広域連携）合併工事」において、橋台のフーチング部分にシステム型枠（PERI 製 VARIO）を用い、堅壁・胸壁・翼壁部分を在来型枠で施工した。施工部位を図4-32に示す。また施工状況を写真 赤着色部分がシステム型枠を用いたフーチング部分である。

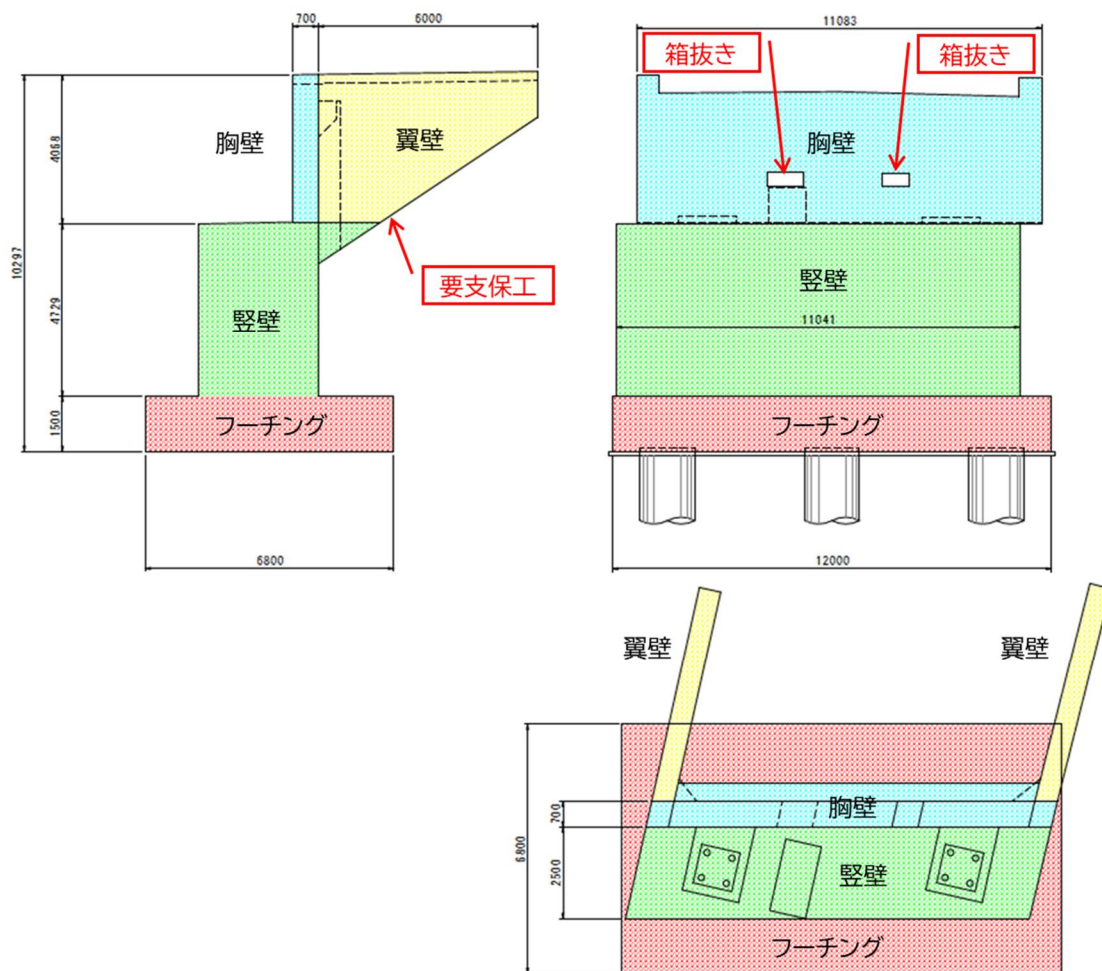


図 4-32 橋台 施工部位図面

システム型枠にて施工されたフーチングと従来型枠で施工した縦壁・翼壁・胸壁について、設計数量及び工事日報入力システムやヒアリングにて確認された延べ作業時間（人×時間）を用いて、労働生産性を算出した。算定結果を表 4-27 に示す。初めてのシステム型枠施工時の労働生産性は、従来の合板型枠の縦壁・翼壁・胸壁の施工に比べて 25%（ $=0.263/0.211-1$ ）低く、縦壁のみの施工に比べると 9%程度（ $=0.211/0.194 - 1$ ）高い結果となった。

表 4-27 システム型枠と従来合板型枠の施工時間比較

型枠の種類		システム型枠	従来合板型枠		備 考
施工箇所		フーチング	縦壁・翼壁・胸壁	(参考)堅壁のみ	
施工期間		06/12 ~ 6/29	7/11 ~ 9/1	設置:7/11~7/26 解体:8/10~9/1	
施工量 ①		56.4 m ²	302.6 m ²	133.4 m ²	
搬 入		8.00	16.00	15.00	現場での荷卸し時間
製作・加工	(工場)	54.50	58.00	25.57※	合板:ヒアリングによる作業時間
	(現場)	—	9.75	4.3	システム型枠は作業なし
組立・設置		91.50	816.50	511.5	
解体・撤去	(現場)	54.00	106.25	46.84	
	(工場)	34.00	32.00	14.11※	合板:ヒアリングによる作業時間
搬 出		4.50	8.00	3.52	現場での荷揚げ時間
クレーン操作		20.25	102.00	66.75	定置式水平ジブクレーン使用
延べ作業時間 ②		266.75	1,148.50	687.59	
生産性 ①/②		0.211	0.263	0.194	単位: m ² /人×時間

※ヒアリングした時間を施工量にて按分

システム型枠と従来合板型枠の施工時間の違いを詳細に把握するため、工種細別毎に単位数量（型枠＝面積）当たりの労働量を算出した。算出結果を表 4-28 に示す。また、施工場所による影響を把握するため、表 4-28 を元に、施工場所を工場作業、運搬、現場作業に分けた場合の集計結果を表 4-29 に示す。

表 4-28 単位数量当たりの労働量（単位：人×時間/m²）

型枠の種類		システム型枠	従来合板型枠	
施工箇所		フーチング	縦壁・翼壁・胸壁	(参考)堅壁のみ
施工期間		06/12 ~ 6/29	7/11 ~ 9/1	設置:7/11~7/26 解体:8/10~9/1
搬 入		0.142	0.053	0.112
製作・加工	(工場)	0.966	0.192	0.192
	(現場)	0	0.032	0.032
組立・設置		1.622	2.698	3.834
解体・撤去	(現場)	0.957	0.351	0.351
	(工場)	0.603	0.106	0.106
搬 出		0.08	0.026	0.026
クレーン操作		0.359	0.337	0.5
合計(単位労働量)		4.73	3.795	5.154

表 4-29 施工場所別の単位数量当たりの労働量（単位：人×時間／m²）

型枠種類		システム型枠	従来合板型枠	
施工箇所		フーチング	縦壁・翼壁・胸壁	縦壁
工場作業	製作・加工	1.924	0.543	0.543
運搬	搬入	0.222	0.079	0.139
	搬出			
現場作業	製作・加工	2.225	2.836	3.972
	組立・設置			
	解体・撤去			
クレーン運転		0.359	0.337	0.5
単位労働量		4.73	3.795	5.154

表 4-29 より、工場作業及び運搬では従来合板型枠の施工効率が高く、現場作業ではシステム型枠の施工効率が高い結果となった。

工場作業で従来合板型枠の施工効率が高くなった要因として、①一般的な型枠であり作業の熟練度が高い、②システム型枠の作業は初めてであり、また寸法が従来型枠と異なるため切断機械等での作業が異なる、③システム型枠は資材を分解・保管する必要があることなどが挙げられる。

システム型枠の使用頻度が上がることにより、システム型枠の製作・加工、解体・撤去作業に慣れ、作業工程が確立されることにより、従来合板型枠程度の労働効率が期待され、システム型枠の施工時間はより短縮されるといえる。

運搬で、従来合板型枠の施工効率が高い要因として、①システム型枠は単体重量が重く揚重機械が必要なこと、②初めての運搬であり作業に慣れていないことが挙げられる。工場作業と同様に、使用頻度が上がれば作業効率は向上すると思われる。しかし、従来合板型枠は型枠資材（型枠板、補強材、連結金具等）の個重量が軽いため、分割することにより人力での運搬が可能であるが、システム型枠は型枠板と補強材等が一体となった構造であり個重量が重いため、システム型枠の資材運搬においては、クレーン等の揚重機械が必須となる。したがってシステム型枠を使用すれば、人力作業の削減に大きく寄与できる。

現場作業で、システム型枠の労働効率が低い要因として、①大面積で組立・設置であり型枠の数が少ないこと、②補強済みの型枠であり現場では連結作業のみであること、③セパレーターのピッチを大きくとることができ従来合板型枠よりも個数が少ないことなどが挙げられる。

型枠施工時間に占める現場作業時間の比率は、システム型枠が 47%（＝2.225／4.730）であり、従来合板型枠では 75%（＝2.836／3.795）と 77%（＝3.972／5.154）のため、システム型枠の作業時間比率は明らかに低いといえる。

工場作業や運搬作業は、事前に準備・実施することができ、工事工程への影響はほとんどないといえるが、現場作業は工事工程への影響が大きく、現場作業の縮減は工程短縮（作業時間短縮）に寄与すると思われる。

(2) 労働生産性比較；擁壁の事例

表 4-3 に示す、事例集 11 番「令和 5－6 年度加茂第二堤防護岸（その 4）外工事」と事例集 17 番「令和 6－7 年度加茂第二堤防護岸（その 5）外工事」は、近隣で同様の擁壁工事を従来型枠及びシステム型枠（PERI 製 VARIO）を用いて施工した。労働生産性比較結果を表 4-30 に示す。表 4-30 に、使用したクレーン及び使用した型枠の種類を記載している。

表 4-30 の下段 2 行に示した生産性比率は、ラフタークレーンによる従来型枠施工である令和 5-6 年度工事の 1 号擁壁における労働生産性を基準とした比率である。

表 4-30 擁壁工事 労働生産性比較

工事番号		11			17	
構造物		3号	2号	1号	2号	1号
クレーン種類		定置式水平ジブクレーン			移動式油圧クレーン	
型枠種類		従来型枠			システム型枠	
設計数量(生産量) ①		427.28 m ²	387.45 m ²	366.85 m ²	343.71 m ²	366.26 m ²
総労働時間 (人×時間)	製作加工②	56.5	6.0	23.5	94.5	0
	組立設置③	460.5	325.5	285.1	317	227.1
	解体撤去④	167.5	52.5	126.9	105	133.7
	全作業計⑤ (②+③+④)	684.5	384	435.5	516.5	360.8
	現場作業⑥ (③+ ④)	628.0	378.0	412.0	422.0	360.8
労働生産性	全作業 (①／⑤)	0.624	1.009	0.842	0.666	1.015
	現場作業 (①／⑥)	0.680	1.025	0.890	0.815	1.015
生産性比率 (令和5-6年度 1号基準)	全作業	0.74	1.20	1.00	0.79	1.21
	現場作業	0.76	1.15	1.00	0.91	1.14

表 4-30 における全作業の生産性比率（下から 2 行目）をグラフ化したものを図 4-33 に示す。図 4-26 では、現在の一般的な施工方法であるラフタークレーンによる塗装合板型枠の労働生産性を 1.00（図 4-33 の R6-B1、以下基準工法と略す）としている。また、型枠の転用状況をみるため、施工順に左からデータを並べている。

図 4-26 の①で記載した青矢印は、基準工法に比べて労働生産性が 21%向上したことを示している。R6-B1 と R7-B1 は共に型枠が場内転用されており、この労働生産性の向上はシステ

ム型枠の使用によるものと思われる。

図 4-33 の②で記載した赤矢印は、基準工法に比べて労働生産性が 21%低下したことを示している。この原因は、基準工法が場内転用した施工箇所であるのに対して、R7-B2 は工事開始直後の施工箇所であり、現場への資材搬入や型枠の製作・加工によるものであると思われる。しかし、R6-B3 との生産性比率の差は 0.05 であり、型枠の初回使用による影響は在来型枠とシステム型枠で大差はないと思われる。

図 4-33 の③で記載した青矢印は、共に従来型枠を使用した転用箇所であり、定置式水平ジブクレーンを使用したことによる労働生産性向上と思われる。

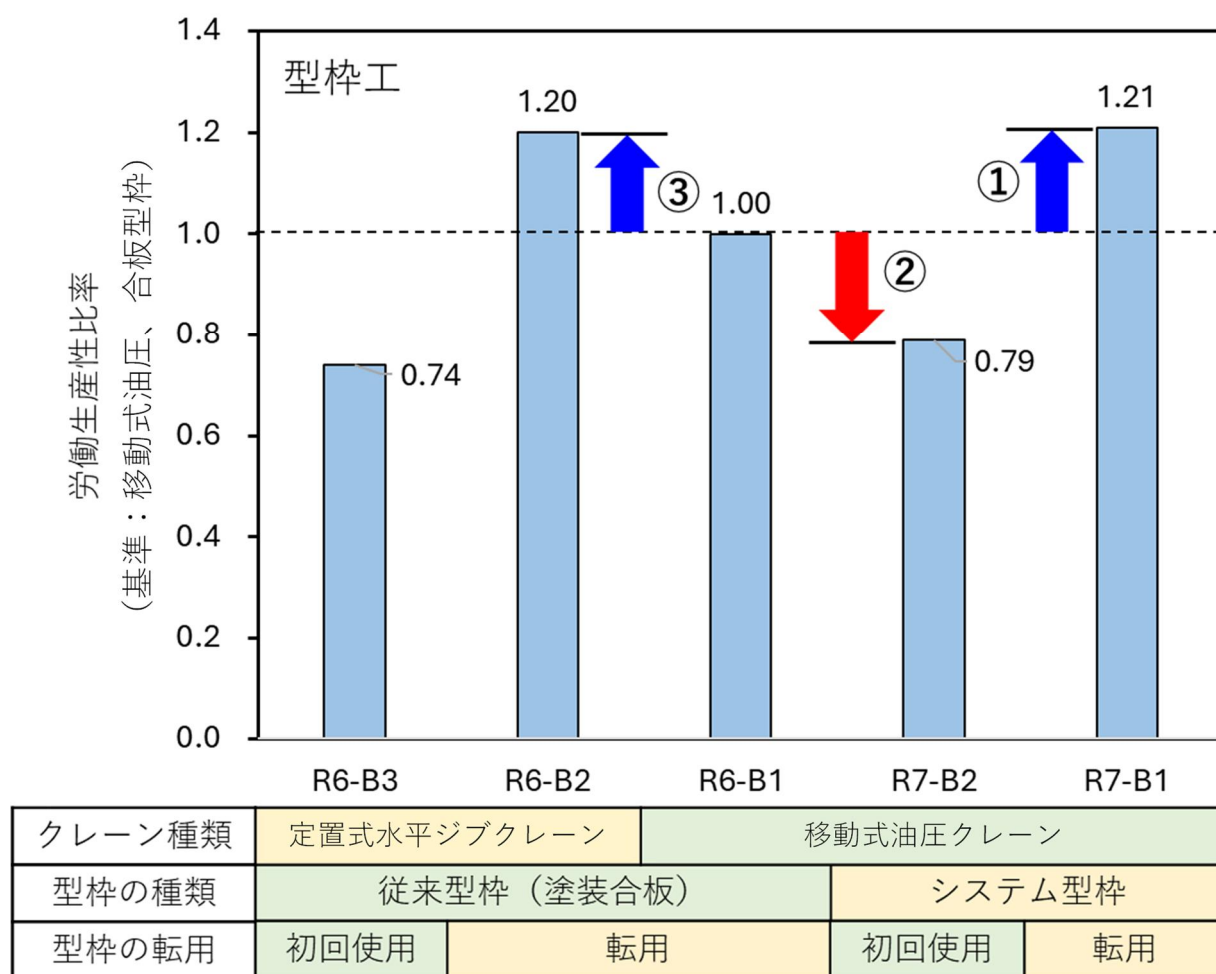


図 4-33 クレーン及び型枠種類の違いによる労働生産性の比較

表 4-30 及び図 4-33 から過去 2 ヶ年度の工事における型枠施工時の労働生産性を対象に比較した結果を整理した。

図 4-33 に示したように、クレーンの種類が同じであっても、従来型枠に変えてシステム型枠を使用することにより、型枠工の労働生産性が 21% 向上した。

システム型枠は従来合板型枠に比べて厚く、大きいため、加工・組立に要する作業時間が長くなると推察される。今年度の施工は 2 基の擁壁であり、1 基目の施工時には加工・組立が、2 基目の施工時には解体作業が含まれている。3 基以上の施工の場合、中間施工箇所では加工・組立、解体作業が発生しないため、労働生産性は本試算結果よりも向上すると思われる。

2025 年度施工した逆 T 式擁壁においては、底版型枠には従来型枠が使用され、堅壁型枠にシステム型枠が使用されている。本試算の労働生産性にはこの在来型枠施工も含まれており、システム型枠施工時のみを取り出すと、労働生産性はさらに向上すると思われる。

システム型枠は重量が重いため、施工に当たってはクレーン使用が必須である。

図 4-33 で示した R6-B2 と R6-B1 のように、同じ従来合板型枠を使用した場合、定置式水平ジブクレーンを使用することによって労働生産性が 20% (図 4-26 の③) 向上する。このことから、システム型枠と定置式水平ジブクレーンを併用することにより、40% 程度の労働生産性向上が期待できると思われる。

システム型枠にはクレーン使用が必須であることは、従来型枠施工時に発生する技能労働者による人力運搬を削減し、労働環境を改善させるという二次効果も期待できる。今後、継続的に工事データを蓄積して、効果の定量化を一般化する必要がある。

4.2.4 システム型枠の適用条件・活用現場の整理

4.2.1 及び 4.2.2 に基づいて、システム型枠の現場作業手順毎における従来型枠と比較した特徴を整理した。図 4-34 に示す。システム型枠は従来型枠よりも重量が重いいため、搬入及び搬出時においては、在来型枠よりも大きなトラック及びクレーンが必要である。

システム型枠は、工場内で加工されるため、作業環境の良い工場での加工は必要であるが、現場における加工は基本的に不要である。

システム型枠の最大の利点は、現場での設置作業にある。システム型枠は、日本国内ではまだ普及途上であるため組立にはメーカー等システム型枠を専門とする作業員による指導が必要である。システム型枠は大判で設置するため、クレーンによる揚重回数は少ない。また、専用治具を用いて容易に組み立てることができる。さらに、型枠板の剛性が高く、セパレーターの設置個数を減らすことができる。

解体時も設置時と同様であり、セパレーター数が少ないため、P コン処理数も少ない。

型枠工において最も時間を要する型枠設置作業時間 (人・時間) が大幅に軽減、短縮できることがシステム型枠の利点であるといえる。

在来型枠	システム型枠	システム型枠の特徴
搬入	搬入	× 重量が重く、搬入時には在来型枠よりも大きな車両が必要
加工		○ 基本的に加工は不要
設置	設置	◎ クレーンは必須だが、大判型枠であり、専用治具により組立が容易、セパ数が少ない
コンクリート打設		○ 剛性が高く、変形の恐れが低い
解体	解体	◎ クレーンが必須であるが、専用治具により解体が容易、Pコン処理が少ない
搬出	搬出	× 重量が重く、搬入時には在来型枠よりも大きな車両が必要

図 4-34 現場作業手順毎におけるシステム型枠の特徴

ヒアリングによって得られたシステム型枠を適用しやすい構造物を表 4-31 に示す。表 4-31 の構造物を対象としたシステム型枠の種類毎に適している現場条件の整理結果を表 4-32 に示す。

表 4-31 システム型枠使用が適している現場条件

1. 直線的で同一断面が連続する土木構造物 例、フーチング、橋脚、橋台、擁壁、ボックスカルバート、海岸堤防、ダム、竖坑、ガスタンク等
2. 転用回数が多い構造物 経済性でメリットが出る転用回数の目安としては、軽量型枠システムで 20 回程度、型枠足場一体セルフクライミングシステムで 6～10 回程度

表 4-32 システム型枠種類毎の適用の留意点

種類	特徴	留意点
(1) 樹脂製システム型枠	・ 軽量 (20kg/m²程度) ・ 専用治具で連結固定 ・ 型枠職人の専門技術がなくても設置可能 ・ 溶接の火花で樹脂が溶ける可能性あり	・ 型枠板が樹脂製で軽いため、大型パネル化した際には、運搬時の強風によるあおりや、水面下など型枠重量が必要な箇所への適用にも留意が必要である。 ・ 型枠板が溶接時等の火の粉により溶ける可能性があるため、溶接時には型枠板との距離や、型枠板の養生方法について検討する必要がある。 ・ セパレーターの位置が固定のため、鉄筋構造物ではセパレーターと鉄筋が干渉しないように鉄筋位置を調整する必要がある。
(2) 合板型枠	・ 壁や柱、スラブなどの大面積での使用に適する	・ 大面積の型枠組立のため、広く平坦なヤードが必要である。 ・ システム型枠が普通の型枠とは特性が異なり、個々の資材が大きいいため、作業手順がよくわかっている熟練技能者が必要である。
(3) 合板システム型枠・セルフクライミングシステム	・ 壁や柱、スラブなどの大面積での使用に適する ・ 足場と一体化して、解体不要で揚重機械なしで自立上昇	・ 構造が複雑なプラットフォームを組み立てるため、さらに広く平坦なヤードが必要である。 ・ システム型枠が普通の型枠とは特性が異なり、個々の資材が大きいいため、作業手順がよくわかっている熟練技能者が必要である。 ・ クライミングシステムを設置するため、機種により基部に15m程度の在来型枠と足場が必要である。 ・ 施工高さが50m以上（転用回数10回程度）でないとメリットは低い可能性がある。 ・ 現場条件に合わせて、専用治具や架台が必要になる場合がある。

4.3 建設用 3D プリンタによる改善検討

4.3.1 建設用 3D プリンタの概要

3D プリンティングは、付加製造（Additive Manufacturing）技術とも呼ばれ、3D モデルデータを基に、材料を結合して造形物を実体化する加工法であり、造形層を積み重ねる形態（積層造形）をとる場合が多い。建設用 3D プリンタにおいても、積層造形技術である材料押出方式を用いたものが現在の主流となっている。

建設用 3D プリンタにおける材料押出方式は、ノズルからセメント系の材料を押出しながら移動経路や移動速度を正確にデジタル制御し、一層ずつ積層を繰り返して構造物を造形するものである。

また、建設用 3D プリンタには、写真-1 および 2 に示すようなガントリー型とロボットアーム型の 2 種類がある。

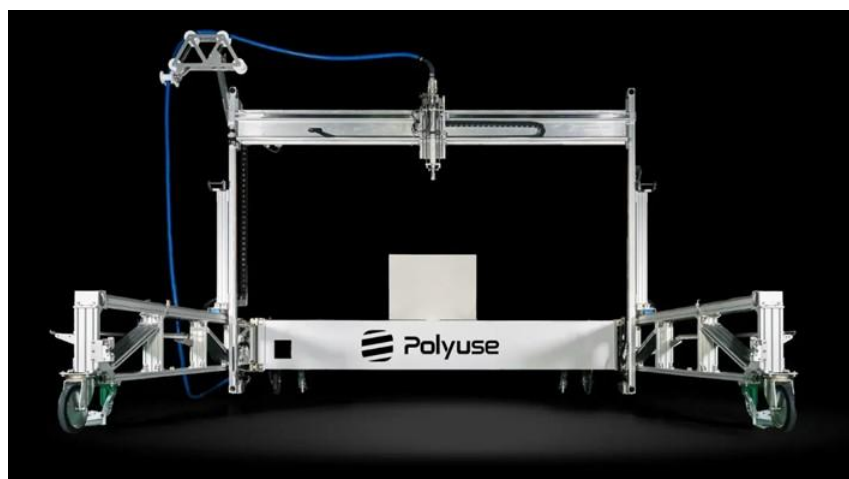


写真 4-1 建設用 3D プリンタの一例 ガントリー型 4.9)



写真 4-2 建設用 3D プリンタの一例 ロボットアーム型 4.10)

建設用 3D プリンタを活用することにより、設計データと連携し任意の形状を型枠不要で作製できることから、最適設計の実現、省人化・工期短縮等の生産性の向上が期待できる。地方部では熟練工（型枠工）の不足が深刻化している地域もあり、型枠不要で構造物を造形できる 3D プリンタは地方部の中小建設業にとって有効なツールとなる可能性がある。

4.3.2 建設用 3D プリンタの活用状況

近年、国内外を問わず、建設用 3D プリンタの活用実績が増加している。国土交通省直轄土木工事においても、令和 4 年度以降、受注者からの提案による活用実績が増えつつある。ここでは、令和 5～6 年度に施工された 36 事例について紹介する。36 事例のうち、21 事例については、発注者、施工者にヒアリングを実施し、適用の経緯、施工管理の方法等の詳細を調査している^{4.11)}。

（1）適用の経緯

36 事例のうち、当初設計から建設用 3D プリンタの適用を想定していたものではなく、全ての事例が施工中に施工者からの提案を受けて協議を行った後、採用されたものである。32 事例については、施工承諾、4 事例（調査時点で予定のものも含む）については、工程短縮が必須であったことから、契約変更を行っている。

施工者からの提案理由のうち、代表的なものを以下に示す。

- ・契約後、生産性向上チャレンジの一環として実施したいと提案
- ・設計は場所打ちコンクリートであったが、受注者が工期短縮の方策を検討し、プレキャストと併用して 3D プリンタを採用
- ・最新技術の活用と、大学でのリクルート活動、建設業の魅力向上のため

（2）造形物の種類

36 事例について、造形された構造物の内訳は、集水ますが 15 件と最も多く、その他、重力式擁壁（5 件）、歩車道境界ブロック（2 件）、階段（2 件）、護岸パネル（3 件）等の事例があった。一般に、集水ますは、現地合わせが必要であり、特殊形状、一品生産となる。このため、特殊形状の型枠なしで造形できる 3D プリンタの適用性が高いものと思われる。集水ます以外の工種も、同様の理由で採用されたものと推察される。

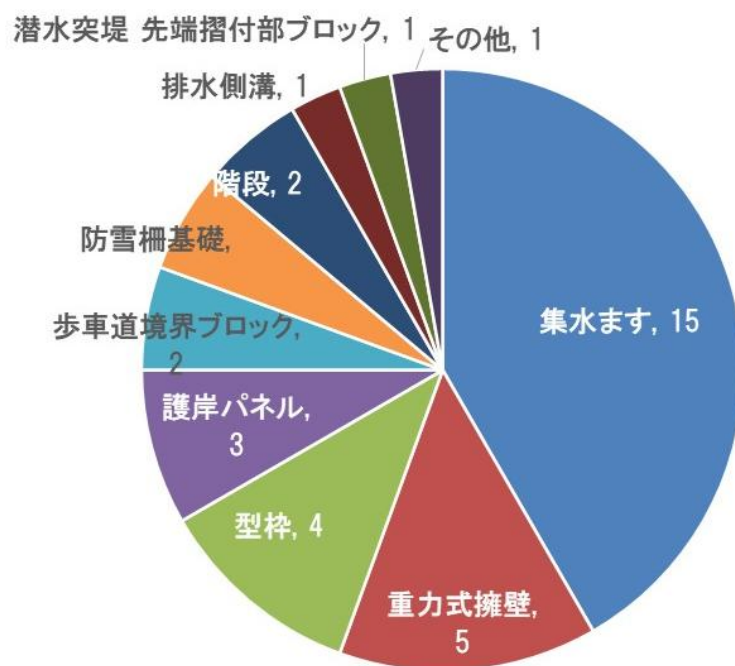


図 4-35 造形物の種類



図 4-36 集水樹の事例 ^{4.12)}



図 4-37 護岸ブロックの事例 ^{4.13)}

(3) 施工方法（プリント場所）

3D プリンタで構造物を造形する場合、施工方法として、以下の 3 つが考えられる。36 事例では、オンサイトプリント 1 件、ニアサイトプリント 3 件であり、32 件は、オフサイトプリントであった。この理由として、調査時点では、3D プリンタを保有する施工者は極めて少なかったことや、現場に直接設置する際に高い精度が求められること等が考えられる。

- ・オフサイトプリント：工場等でプリントを行い、施工現場に運搬して据え付ける方法。運搬距離は長くなる。
- ・ニアサイトプリント：施工現場近くにプリントを行うヤードを設け、プリントを行い、設置位置に運搬して据付ける方法。
- ・オンサイトプリント：施工現場に 3D プリンタを設置し、直接プリントする方法。

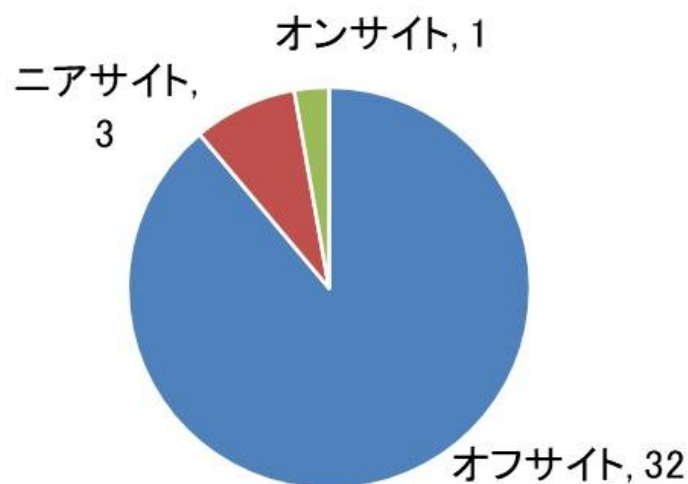


図 4-38 プリント場所

(4) 3D プリンタ適用の効果

21 事例を施工した施工者に 3D プリンタ適用の効果について、ヒアリングを行っており、代表的な意見を以下に示す。

- ・型枠工などの熟練工を不要とすることができ、人員の省力化が見込める
- ・複雑形状の造形が可能で、設計の自由度が高い
- ・型枠材の廃棄物が発生しない
- ・現場打ちにおける現地での型枠設置、コンクリート打設、養生にかかる時間と比較すると、プリント開始から現場設置までの時間は大幅に短縮されるため、工期短縮に繋がる
- ・工事内容にもよるが、道路規制を伴う工事であれば工事期間を短縮することができるため災害リスク時間が大幅に減少し安全性が向上する
- ・通常現場で設置する 2 次製品と同等の施工を行うため、1 日当たりの施工量が計画しやすいため、工程計画が考えやすく実施工量も把握しやすい
- ・パソコン作業が多く若者が興味を持つような製作環境のため、これを入口に建設業の後継者育成が図れる

(5) 3D プリンタ適用の課題

3D プリンタ適用の課題について、21 事例の発注者および施工者にヒアリングを行っており、代表的な意見を以下に示す。

○発注者の意見

- ・ 3D プリンタ構造物における品質管理基準の制定が必要
- ・ 施工時の品質管理が特になく、出来上がった構造物で確認となるため構造物完成までの管理が不明確
- ・ 専用モルタルのコストダウン

○施工者の意見

- ・ 品質管理基準が定まっていないので、基準の確立が必要と思われる
- ・ 公共工事において 3D プリンタを使用する場合、設計変更して発注者側の費用負担で施工出来る仕組みがあると普及が進むと思われる
- ・ VFM（バリュー・フォー・マネー）の考え方をさらに進化させ、工程短縮もコストに換算するなどの新たな積算の仕組み作りが必要
- ・ 詳細設計の段階から 3D プリンタを採用してほしい

4.3.3 建設用 3D プリンタに関する技術指針等の策定状況

建設用 3D プリンタに関する技術指針として、土木学会から「建設用 3D プリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針（案）」が令和 7 年 7 月に発刊されている^{4.14)}。この指針（案）は、コンクリート構造物を対象に、セメント系材料を用いて 3D プリンタで製造した無筋の埋設型枠（3D プリント埋設型枠）を採用する場合において、構造物の構造計画、設計、製造、施工、維持管理の一般的な原則を示したものである。埋設型枠だけではなく、無筋構造物本体に 3D プリンタを適用する際にも、発注者、設計者、施工者各々が留意すべき事項の参考となるものである。

4.3.4 建設用 3D プリンタの有効な適用方法の検討

本節では、本研究の共同研究者である加藤組の事例を題材に、地方の建設会社で 3D プリンタの適用が有効となる工種、現場条件等を考察した結果について示す。

(1) 建設用 3D プリンタによる重力式擁壁の施工事例^{4.15)}

1) 採用理由

今回対象となった案件は、「河川機械設備革新的技術実証事業（マスプロダクツ型排水ポンプ設備現場実証）」^{4.16)}に選定された工事における敷地造成工事のうちの重力式擁壁部分である。

設備の稼働確認まで行う期限を遵守することが必須となっており、設備業者と工程について打ち合わせしたところ、工事全体の工程短縮が最大の課題であることが判明した。

敷地造成に伴う工種に重力式擁壁があり、プレキャスト L 型擁壁（以下、プレキャスト擁壁と称す）を採用することにより工期を大幅に短縮できるため、工種変更を検討した。その結

果、プレキャスト擁壁の一部が既設堤防の定規断面を侵すことが判明した。このため、形状は重力式擁壁のまま、建設用 3D プリンティングによる擁壁（以下、3D プリント擁壁と称す）を造形することとなった。採用に当たっては、3D プリント用材料の単位体積重量が生コンクリートと比べて小さいため、重力式擁壁の安定計算（転倒、滑動、支持）を行い、部材寸法を決定している。

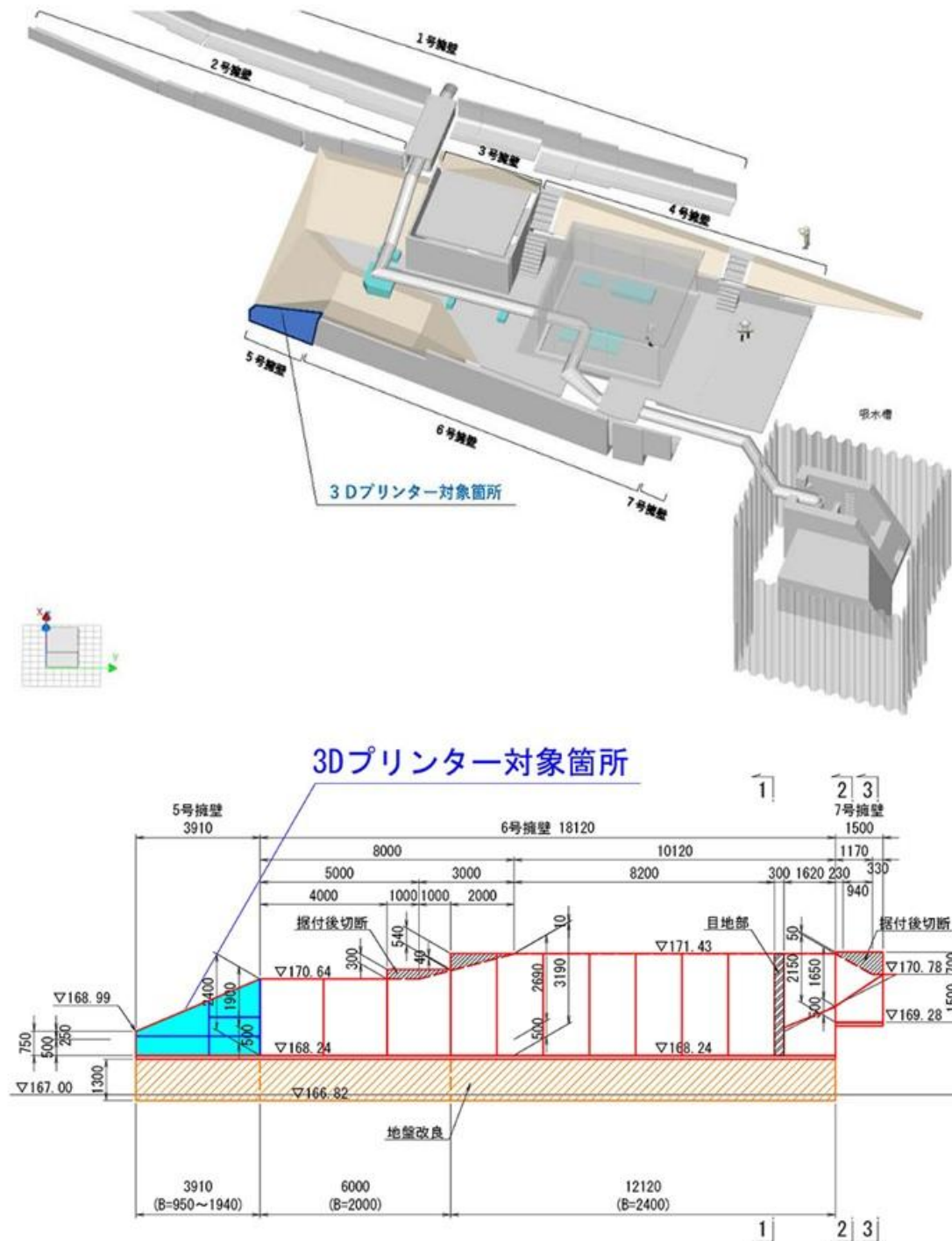


図 4-39 3D プリント対象箇所 4.15)

2) 工法概要

擁壁の埋設型枠を、建設用 3D プリンタにより、オフサイトプリント（神奈川県鎌倉市、プリントメーカーの LAB）で造形した。造形後に 3 日程度の養生を行い、普通トラックにて運搬（神奈川県鎌倉市～広島県三次市）、三次市の倉庫に仮置き（保管）し、現場に小運搬・設置を行った。

現場に設置後、場所打ちコンクリート（中詰材）を打設した。強度発現を待つ必要がないため、翌々日から埋戻しを行った。



図 4-40 建設用 3D プリンタによる造形物 ^{4.15)}



図 4-41 造形物の設置完了の状況（埋め戻し前）（加藤組提供資料）

3) 施工管理の概要（出来形・品質管理）

場所打ち擁壁の出来型管理基準及び規格値（案）に準拠し、出来形管理を行った。

表 4-33 出来型管理基準及び規格値（案）の抜粋

工 種	測 定 項 目	規 格 値	測 定 基 準	測 定 箇 所
一般事項 (場所打ち擁壁工)	基準高▽	±50	施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1ヶ所、延長40m（または50m）以下のものは1施工箇所につき2ヶ所。 「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」に基づき出来形管理を実施する場合は、同要領に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施することができる。	
	厚さ t	-20		
	裏込厚さ	-50		
	幅 w ₁ , w ₂	-30		
	高さ h	h < 3m		
		h ≥ 3m	-100	
	延長 L	-200	1施工箇所毎 「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」に基づき出来形管理を実施する場合は、同要領に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施することができる。	

また、品質管理については、プリント材料について、モールド採取による圧縮強度試験を行い、28日強度で74N/mm²であることを確認した（一般に、無筋コンクリートに求められる強度は18N/mm²）。さらに、3Dプリント用のプレミックスモルタル材料の耐久性試験と3Dプリント製残存型枠と中詰めコンクリートの一体化性能試験を実施した。

4) 3D プリント造形物を適用したことによる効果等

表 4-34 は、当初設計（場所打ち重力式擁壁）と3Dプリント擁壁の、施工日数、所要人員を比較したものである。

表 4-34 施工日数・所要人員の比較

構造形式	施工日数・所要人員
当初設計 (場所打ち重力式擁壁)	- 型枠加工：1日×2人＝延べ2.0人日 - 型枠組立：4日×2～3人/日＝延べ10.0人日（小規模かつ可変形状のため）※標準積算の作業日数と乖離がある形状 - 生コンクリート打設：ホッパー打設3人×0.5日＝1.5人日 - 養生：5日×30分/日×1人＝0.3人日（埋戻しまでは、さらに23日必要） - 型枠解体：1日×1人＝1.0人日 合計：施工日数11.5日（埋戻し可能までは、34.5日）、所要人員14.8人日【職種：型枠工、普通作業員（打設、養生）】
3D プリント擁壁	- 造形：2.25日×2人/日＝延べ4.5人日 - 養生：1日（外面をラップで封緘しており、その作業は造形に含む） - 設置：0.5日×3人＝1.5人日 - 中詰めコンクリート打設：ホッパー打設3人×0.5日＝1.5人日 - 中詰めコンクリート養生：2日×30分×1人＝0.1人日 合計：施工日数6.5日、所要人員7.6人日【職種：軽作業員】

表 4-34 から、当初設計の重力式擁壁と比較すると、3D プリント擁壁を採用したことで、5.0 日（11.5 日－6.5 日）の工程短縮（埋戻し可能までは、28.0 日工程短縮）となった。ただし、オフサイト造形の場合は、製造場所から現場への距離に応じて、運搬日数が加算される。

また、所要人員（延べ労務者）については、7.2 人日（14.8 人日－7.6 人日）の縮減となった。さらに、重力式擁壁では、型枠工、普通作業員が必要であったが、3D プリント擁壁では、軽作業員のみで施工を行うことができ、3D プリンタによる造形と多能工を組み合わせることで、生産性の向上効果が期待できることが示唆された。

コスト（3D プリント擁壁を採用した延長 3.9m の直接工事費）については、当初設計の重力式擁壁と比較すると、3D プリント擁壁を採用したことで、6.3 倍のコスト増となっている（参考：プレキャスト擁壁との比較では、2.2 倍増）。

今回の工事では、工期最優先であったため、構造物全体についてクリティカルとなる部分のプレキャスト化を進めた。ただし、クリティカルとなる部分のうち一部の擁壁については、プレキャスト化することが構造上でできなかった（プレキャスト L 型擁壁では、底版の一部が河川堤防の定規断面の中に入る）ため、形状は重力式擁壁のものを建設用 3D プリンタで造形することとした。これにより、工期を短縮でき、プロジェクト全体の工期を遵守することが可能となった。

コスト（3D プリント擁壁を採用した延長 3.9m の直接工事費）については、プレキャスト製品と比較して 2.2 倍となったが、敷地造成に伴う土留擁壁の総延長 114m の直接工事費で考えると、コスト増は 7%であったことから、採用となった。

（2）建設用 3D プリンタの有効な適用方法と留意事項

建設用 3D プリンタによる造形物については、型枠なしで自由形状が造形できるという観点からは、型枠の製作に手間や時間、熟練技能が必要となる特殊形状のもの（複雑形状、擦り付け部、一点もの等）に適用することが有効だと考えられる。ただし、3D プリンタによる構造物は、表面に積層模様を有していることから、適さない箇所もあると思われるため、選定時に留意が必要となる。型枠工が不要となることにより、多能工の適用可能性も高まり、生産性向上につながる可能性もある。

また、工程短縮の観点からは、長期間交通規制を必要とする現道での取り替え工事、災害時の迅速な復旧工事等に高い効果を発揮すると考えられる。

コストは、プリント材料が高価であるため、構造物全体を造形するのではなく埋設型枠として造形し、場所打ちコンクリートを充填することでコストの圧縮が可能となる。ただし、直接的な材料費（製品代）のみを比較対象とするのではなく、工程短縮を含めた全体最適の一部ととらえたコストの検討が必要である。

環境負荷低減の観点からは、①型枠が不要となることから型枠廃材が減る、②積層造形と親和性の高いトポロジー最適設計を活用することで、材料の使用量を削減できる可能性があり、CO₂ の排出量削減効果も期待できる。

施工管理、検査の考え方等については、土木学会の「建設用 3D プリント埋設型枠を用いた

コンクリート構造物の技術指針（案）」に示されているが、実現場での運用をサポートするためにも、施工管理、検査の具体的な項目、留意事項等を示した技術指針の整備が必要と考えられる。国土交通省においても、受注者から 3D プリンタの適用を提案され、発注者が承諾するケースを前提に、発注者が留意すべき事項等を示した「建設用 3 D プリンタによる造形物の出来形及び品質の確認に関する参考資料（案）」^{4.17)}を作成し、令和 8 年 3 月に地方整備局等に通知した。さらに、これまで施工実績のない新たな工種・規模に適用するためには、今後は第三者認証等により、造形プロセスや造形物の品質を担保する仕組みが必要だと考えられる。

今後、建設会社各社が 3D プリンタを保有することまでは想定が難しいが、例えば、地域内の建設会社何社かで共同保有あるいは共同使用する、またはプレキャストメーカーで保有し、建設会社と連携する等の体制が構築できれば、プリンタ装置の稼働回数の向上、長距離運搬の低減等、効果的な運用ができるのではないかと考えられる。

第4章 参考文献

- 4.1) 定置式水平ジブクレーン活用の手引き（案）Ver1.00, 2023.6, 国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本システム研究室
nilim.go.jp/lab/pbg/jib/Jib-crane-guide_Ver1.00.pdf
- 4.2) 公益財団法人日本生産性本部：生産性の定義
<https://www.jpc-net.jp/movement/productivity.html>
- 4.3) 関健太郎, 山口悟司, 壽田健一：工事日報入力システムの試行について, 第2回「i-Construction」の推進に関するシンポジウム」発表論文集, 2020
- 4.4) 山口悟司, 市村靖光, 堤達也：建設工事における工程短縮効果の評価に向けた一考察 ～現場打ちコンクリート工事での定置式水平ジブクレーン施工事例による検討～, 第43回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, 2025.12
- 4.5) 国土交通省大臣官房技術調査課監修 国土交通省 土木工事標準積算基準書（共通編、河川・道路編）【令和7年度版】, 一般財団法人建設物価調査会
- 4.6) 施工パッケージ型積算方式標準単価表(excel版)※2025.6.04更新, 国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本システム研究室
https://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sekop/20250604_sekoptanka0706.xlsx
- 4.7) 日建連 建築省人化事例集 2018-躯体（RC）-03
<https://www.nikkenren.com/kenchiku/saving/thumbnail/2018-03-03.pdf>
- 4.8) ペリージャパン社より聞き取り
- 4.9) 株式会社 Polyuse
<https://polyuse.xyz/>
- 4.10) 大林組 擁壁工事に3Dプリンターを活用したプレキャスト部材を適用
https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20241203_1.html
- 4.11) 櫻井 真、市村 靖光、堤 達也：国土交通省の直轄土木工事における三次元プリンタの活用状況、第6回 i-Construction の推進に関するシンポジウム論文集、pp.129-132、2024
- 4.12) 加和太建設㈱ 施工見学会 <https://www.kawata.org/news/230920/>
- 4.13) 福留開発㈱ 事業紹介
https://www.fukudome.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/12/04_001852737.pdf
- 4.14) 土木学会：建設用3Dプリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針（案）、2025
- 4.15) 加藤組 建設用3Dプリンタ現場見学会を開催
https://kato-gr.com/news/20230726185140_2176/
- 4.16) 国土交通省記者発表資料
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001470523.pdf>
- 4.17) 国土交通省大臣官房技術調査課：建設用3Dプリンタによる造形物の出来形及び品質の確認に関する参考資料（案）、2026
https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000052.html

第5章 多能工施工による生産性向上手法の検討

5.1 我が国の多能工の現状

我が国の建設業においては、工事全体の総合的な管理監督機能を担う元請のもと、中間的な施工管理や労務の提供その他の直接施工機能を担う1次下請、2次下請、さらにそれ以下の次数の下請企業から形成される重層下請構造が存在している。建設業の歴史を振り返ると、戦前までは一般的に元請が全ての材料を自社で購入し、直庸技能労働者により施工する元請直轄工事が主体であった。しかし戦後の国土復興事業による建設ラッシュで施工量が施工能力を上回ると、直庸の職長から分離した協力会社と下請負契約を結ぶようになり、施工の下請化が進行した。その後、1992年をピークに建設投資額が減少に転じ、価格競争が激化するとともに、身軽な経営と低労務費を求めて労務の下請化が進み、重層化が促進された^{5.1)}。重層下請構造は、個々の企業において、工事内容の高度化等による専門化・分業化、必要な機器や工法の多様化への対応のため、ある程度は必然的・合理的な側面があるとされる一方、重層的な施工体制では、施工に関する役割や責任の所在が不明瞭になること、品質や安全性の低下等、様々な影響や弊害が指摘されている^{5.2)}。

重層下請構造における工事内容の専門化・分業化に対して、複数の異なる作業や職種、工程等を遂行するスキルを有する個人、あるいはそれを可能にする生産システムを指す「多能工」の概念がある。建設業への多能工の導入に関する議論は、1990年代から継続的に様々な形でなされてきている^{5.3)}が、近年は人口減少・少子高齢化に伴う労働力低下への対応として、生産性向上策としての多能工が注目されている。国土交通省では、多能工の育成を検討する際の参考となるよう、多能工の育成・活用事例集を作成しHP上で公開している^{5.4)}。

多能工に関する既往研究に着目すると、蟹澤ら^{5.5)}は、RC造の建築工事で実施された多能工施工を対象に、在来職種による施工との出面の比較検証等を行っている。松村ら^{5.6)}は、鉄骨構造(RSC)の地下工事におけるスリーブ取付作業を対象に、多能工と専門工による作業時間の計測・比較を実施している。大野ら^{5.7)}は、リフォーム工事における多能工の能力評価の基準等について検討を行っている。これらのように、多能工に関する研究は、職種が細分化されている建築工事を対象としたものが多い。そのため、本共同研究を開始した2022年時点では、土木工事における多能工施工の実態や効果、課題等については不明な点が多いのが実情であった。

5.2 多能工の分類と期待される効果

複数の異なる作業や職種、工程等を遂行するスキルを有する個人、あるいはそれを可能にする生産システムを指す「多能工」には、内容によっていくつかの形態が存在する。図5-1に概念を示すが、技能（各職種・作業）とプロセス（施工、施工管理、施工計画等）の2つの軸で考えた場合、一つの技能を軸に水平展開を図る「スペシャリスト型」や複数の専門技能に精通する「マルチ型」に加え、施工と施工管理を行う「エンジニア型」等に分かれる。これらに基づいた多能工の分類を表5-1に示す。技能者個人の多能工化に加え、グループ（会社）として多能工化する形態も考えられる^{5.8)}。

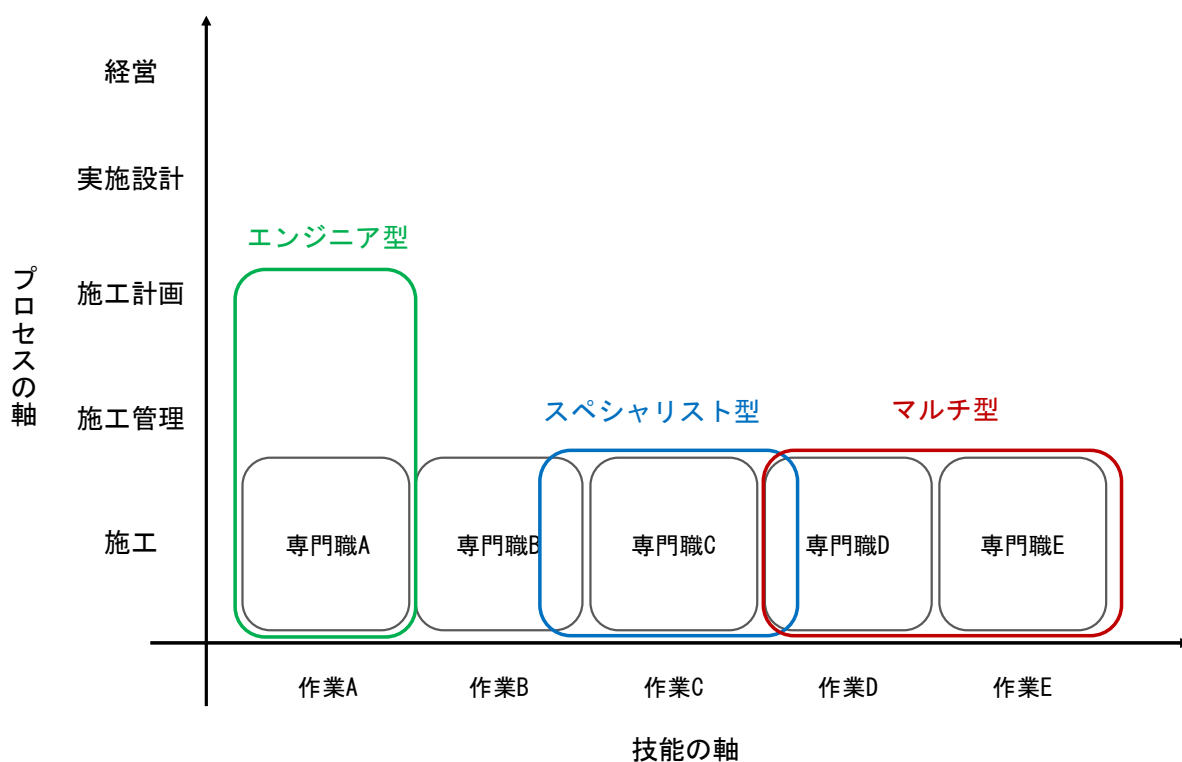


図 5-1 多能工化の概念^{5.8)}

表 5-1 多能工の分類

No	分類	内容
1	マルチ多能工	複数の専門技能に精通した多能工 (例) 型枠工ととび工の職長を担う
2	スペシャリスト多能工	複数技能を軸に水平展開した多能工 (例) 型枠工の職長が鉄筋工やとび工等を補助する
3	エンジニア多能工	垂直展開型の多能工 (例) 施工と施工管理を行う
4	スーパー多能工	水平展開かつ垂直展開型の多能工 (例) 型枠工ととび工の職長が施工管理を行う
5	スーパーサブ多能工	偶発的作業（すきま作業）を担当する多能工 (例) 工種間に発生する準備・清掃等の雑工を行う
6	グループ多能工	企業としての多能工 (例) 会社として複数工種の技能者社員を雇用する

※一般財団法人建設業振興基金：建設業における多能工推進セミナー 蟹澤宏剛氏講演資料^{5.8)}に加筆

複数の専門職種による細分化された単位での分業の場合、工事によっては1作業当りの作業時間が数時間となることがあり、その他の時間（他社あるいは他技能者が他の作業を行っている時間）は手待ち時間となるため稼働率が低い。表5-1に示すような多能工の場合、複数作業を連続させ稼働率を高めることで、作業間の手待ち時間を削減し、生産性向上に繋がることが期待される。（図5-2参照）

作業 A			作業 B		作業 C				作業 D		作業 E		作業 E
1日目		2日目		3日目		4日目		5日目					

(a) 専門職種による分業での作業スケジュール

作業 A	作業 B	作業 C	作業 D	作業 E	作業 E								
1日目		2日目		3日目		4日目		5日目					

(b) 多能工により複数作業を連続させた場合の作業スケジュール

図 5-2 多能工による生産性向上の概念

5.3 土木工事における多能工施工の実態に関する調査

土木工事における多能工の実態等を把握するため、ヒアリング調査を実施した。

5.3.1 橋梁補修工事における多能工

橋梁補修工事について、コンクリート橋であればコンクリート打設に係る鉄筋工・型枠工等に加えて、はつり工や左官工、樹脂注入等の様々な職種が施工を行う。鋼橋であれば、溶接工や塗装工といった工種も必要となる。橋梁補修工事は土木工事の中でも関係する職種（工種）が比較的多いことから、橋梁補修工事を行う会社2社（以下、「橋梁補修A社」「橋梁補修B社」という）を対象にヒアリング調査を行った。

ヒアリングより、橋梁補修工事については、小規模工事（3,000～4,000万円規模）であれば多能工施工が行われる場合があること、補修に必要なはつり作業を行う技能者（あるいは会社）が左官工等の他職種も担うことが分かった。一方、大規模な補修工事や高度な専門技術が求められる工事では、専門工事業者の方がより早く施工が完了するため、多能工施工ではなく専門工事業者による分業が選択されるとの意見が得られた。

(1) 橋梁補修 A 社へのヒアリング結果

主なヒアリング結果を以下に示す。

- イ) 小規模な部分補修工事 (3,000~4,000 万円規模) では多能工施工が主であった。
- ロ) 小規模工事の場合、多能工による連続施工でないと採算が取れない。(分業の場合、短時間作業であっても日単位での賃金を支払う必要があるため、人件費が膨らむ)
- ハ) 近年は集中工事のような大規模工事を受注するようになり、スケールメリットが発揮されることから、分業化による施工を行うようになっている。しかし発注金額が大きくても、補修対象の橋梁が点在している場合には、多能工の方が生産性は向上すると思われる。
- ニ) 将来的に小規模施工が増える可能性も想定し、多能工の確保は重要と考えられる。橋梁補修は小さな作業が多いため、各作業のコツを分かっている職人の存在が重要となる。
- ホ) 現在でも市町村管理のような小規模な橋梁であれば、多能工施工が向いているのではないと思う。
- ヘ) 現在の大規模補修工事における分業体制では、隙間を埋める工種 (例えば、片付けや作業後のクラック補修や樹脂注入等) を行う職人が不足しており、そこで工程がストップすることもある。
- ト) 公共工事の積算では、数量が少ない場合に採算が取れないことが多い。(例えば、1m² しか塗装しない工事で、100m² 塗装する場合の m² 単価を用いると、採算が合わなくなる)
- チ) 5 年点検で補修が必要となった橋梁の補修工事において、補修工法の選定から工事の実施までをまとめて受注できるものがある。この方式は社員を育成するのに向いている。
- リ) 社員のレベルアップ、(海外を含めた) 人材発掘を目的として研修センターを設立しており、直営でテキストや講義内容を作成している。
- ヌ) 多能工で、複数の職種の資格保有者は、玉掛け技能、型わく支保工、足場組立主任等を保有している。

(2) 橋梁補修 B 社へのヒアリング結果

主なヒアリング結果を以下に示す。

- イ) 小規模な工事での断面修復におけるはつりとポリマーセメントモルタルの充填は同じ業者が施工することが多い。
- ロ) 51 職種の分類でははつり工と左官工が分かれているが、実際には同じ技能者が担当する場合が多い。
- ハ) 縁端拡幅の工程では、鉄筋・型枠・コンクリート打設はそれぞれ別業者が施工する。
- ニ) アングル補強工事の際、塗装が小規模であれば、いわゆる「補強屋」がそのまま塗装を行う。また、鋼材の取付け (ボルト締め) 工事における溶接作業も、鋼材を取付けた業者 (鉄骨工や補強屋) がそのまま実施する。
- ホ) 規模の大きい鉄板巻き付け補強工事では、溶接・型枠・コンクリート打設は別の専門工事業業者で分業により実施する。塗装面積が大きい場合は塗装工へ依頼する。
- ヘ) 多能工を擁している会社は、「1 人で複数の作業を行える多能工」を擁する場合と、「複数の

専門工を抱える会社としての多能工」の両方が存在する。「1 人の多能工＋複数の補助者」の構成で作業を行うパターンが多い。

- ト) 大規模な工事や専門的な内容の工事（例えば、せん断補強筋が多数ある過密配筋の構造物の補強等）は多能工ではなく専門工事業者の対応となる。

5.3.2 地域における多能工

地域単位での技能者の現状（多能工の実態、専門工の過不足状況等）を把握することを目的に、県の建設業協会（関東）へのヒアリング調査を行った。主なヒアリング結果を以下に示す。

- イ) 専門工事業者では、特に型枠工の会社が減っており、技能者が不足している。鉄筋工も不足感はあるが、型枠工ほどではない。とび工は他職種に比べると若手が入職しているが、総じて不足感が残っている。
- ロ) 特に 5～6 人程度の小さい建設会社であれば、技能者は日給月給ではないかと思われる。
- ハ) 協会として、現在はゼネコンの応援が主体であるが、今後は技能者支援も実施したいと考えている。また人材確保については、工業高校への勧誘だけでなく、小中学生を対象とした講義等によりイメージ付けをし、成長して職業選択を行うタイミングになった際に建設業を選んでもらえるよう工夫している。
- ニ) 多能工といえば、工種間の材料運搬・準備、清掃といった手元作業を行う（細かい作業を何でもやる）人を指すイメージである。土工といいつつ何でもやる人（会社）がそれに該当すると考えられる。
- ホ) 手元作業を行う多能工を直庸する建設会社は増えている印象である。
- ヘ) 今後は多能工を一つの職種として位置付ける必要があるのではないか。その場合、多能工をどう定義付けるか、多能工であることをどう定量的に評価するか（経験年数、保有資格等）、労務単価をどう設定するかといった課題がある。
- ト) 本地域では、型枠工（専門業種）だけを育てるのが難しいため、型枠工の作業ができる多能工が望まれる。

5.3.3 中小建設企業における多能工

前述のヒアリング結果から、現在の日本の土木界では、小規模な土木工事に多能工施工が向いているとされていること、専門工事業の担い手が不足する地域において多能工施工が有効となるとされていること等が明らかとなった。現時点において、担い手不足が加速していると思われる地方部の中小建設会社において多能工の活用が進んでいるといういくつかの観察事実を収集できた。そこで、本共同研究でターゲットとしている「土木工事の現場打ちコンクリート躯体工」における多能工の活用実態を把握するため、主に都道府県や市町村発注の工事を中心に受注している中小建設会社を対象としたヒアリング調査を実施した。

対象会社の選定に当たっては、「元請として公共工事を受注する会社のうち、技能者を比較的多く直庸しており、多能工の育成・活用に積極的に取り組んでいる中小建設会社」を条件とし、一般社団法人全国中小建設業協会から推薦を受けた 14 社を調査対象とした。調査対象 14 社の概要を表 5-2 に示す。なお、本ヒアリング調査は共同研究者以外を対象としたものである。

表 5-2 ヒアリング調査対象会社の概要

	a	b	c	d
本社所在地	東京都	東京都	東京都	東京都
創業	昭和20年	昭和45年	—	昭和31年
資本金	50,000千円	20,000千円	30,000千円	100,000千円
元請:下請の受注割合	7:3	10:0	9:1	3:7
受注工事の主要な発注機関	都, 市	都	都, 市	都, 市
等級(国交省・一般土木)	D	登録無し	C	C
直庸技能者数	16名	12名	14名	25名
技能者の給与設定	日給月給	日給月給, 月給制	日給月給	日給月給, 月給制
施工実績のある 主なCo構造物(現場打ち)	重力式擁壁	函渠	重力式擁壁	擁壁 河床ブロック

	e	f	g	h
本社所在地	東京都	神奈川県	神奈川県	静岡県
創業	昭和43年	大正9年	—	昭和19年
資本金	37,000千円	30,000千円	20,000千円	20,000千円
元請:下請の受注割合	10:0	—	—	7:3
受注工事の主要な発注機関	都, 市	市	市	県, 市
等級(国交省・一般土木)	D	登録無し	登録無し	C
直庸技能者数	10名	—	—	8名
技能者の給与設定	日給月給, 月給制	日給月給	日給月給	日給月給, 月給制
施工実績のある 主なCo構造物(現場打ち)	重力式擁壁 橋梁下部	街渠 集水ます	街渠 集水ます	砂防堰堤

	i	j	k	l
本社所在地	愛知県	愛知県	福井県	香川県
創業	昭和8年	昭和37年	昭和43年	昭和46年
資本金	50,000千円	48,000千円	71,550千円	20,000千円
元請:下請の受注割合	9:1	3:7	9:1	4:6
受注工事の主要な発注機関	県, 市	県, 市	国, 県	県, 市
等級(国交省・一般土木)	C	登録無し	C	D
直庸技能者数	9名	4名	9名	21名
技能者の給与設定	日給月給, 月給制	月給制	月給制	月給制
施工実績のある 主なCo構造物(現場打ち)	橋梁下部	ボックスカルバート U字溝	重力式擁壁	ボックスカルバート

	m	n
本社所在地	高知県	高知県
創業	昭和20年	昭和26年
資本金	20,000千円	40,000千円
元請:下請の受注割合	9:1	10:0
受注工事の主要な発注機関	国, 県	国, 県
等級(国交省・一般土木)	C	B
直庸技能者数	20名	14名
技能者の給与設定	日給月給, 月給制	月給制
施工実績のある 主なCo構造物(現場打ち)	函渠 橋梁下部	重力式擁壁 橋梁下部

(1) 多能工技能者の施工内容

今回調査対象とした建設会社各社は、直庸の技能者社員が土工等を始めとする各地域の発注工事の内容に合わせた技能を習得しており、自社の技能者による施工（以下、「直営施工」という）を行っている。このうち、現場打ちコンクリート躯体工の施工形態は図 5-3 に示す通りであり、対象 14 社中 12 社が、直営施工を実施するとの回答であった。一方、残りの 2 社については、現場打ちコンクリート躯体工の直営施工は行わず、各工種を専門工事業者へ外注（以下、「専門業者による分業施工」という）するとのことであった。

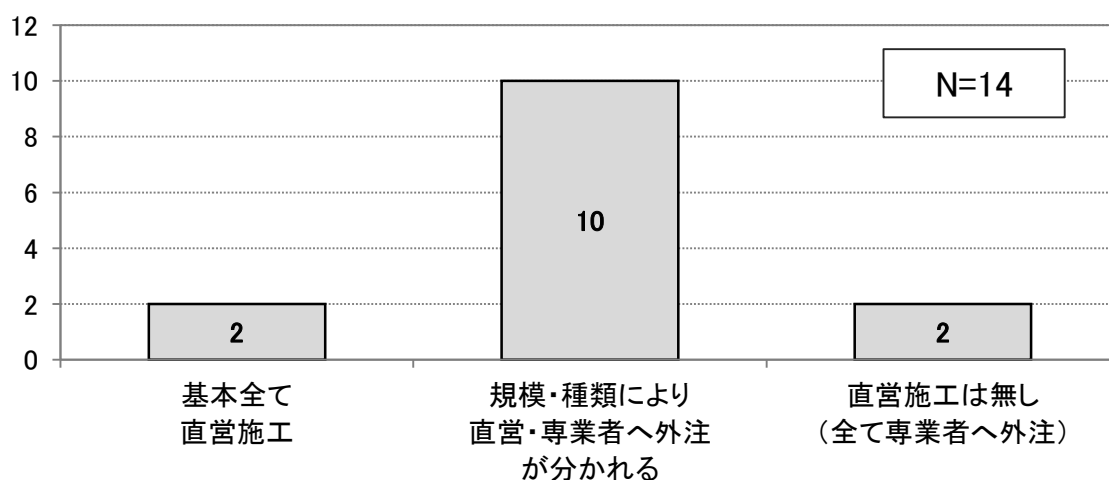


図 5-3 現場打ちコンクリート躯体工の施工形態

A) 各社の技能者

各社が直庸する多能工は、専属のオペレーターや見習い等を除けば、ほぼ全員が多能工（現場打ちコンクリート躯体工の場合には鉄筋工、型枠工等の複数の必要な作業に対応できる技能者）であることが分かった（図 5-4 参照）。元請会社が自らの受注工事を直営施工で行う場合、直庸の技能者には、直営施工する工種で必要となる技能習得や資格取得が求められる。通常、一つの工事には複数工種の作業が含まれる場合がほとんどであるため、元請会社の技能者は複数工種の技能を習得することとなる。その結果、技能レベルに差はあるが、多能工として成立しているものと考えられる。

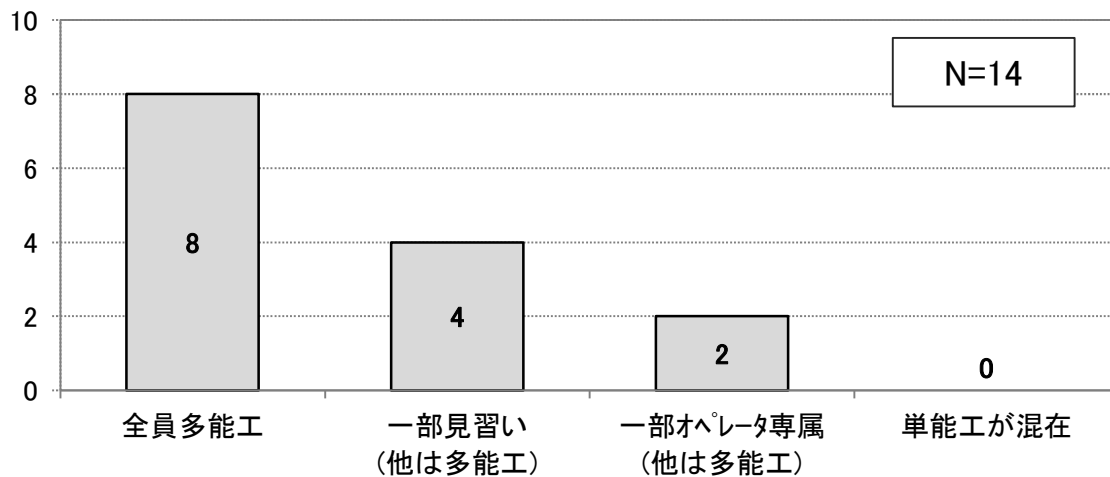


図 5-4 調査対象会社が直庸する技能者の種類

B) 規模・数量により直営施工を行う建設会社

図5-3に示す通り、現場打ちコンクリート躯体工の直営施工を実施する場合がある会社のほとんどは、対象となる構造物の種類や規模によって直営施工か専業者による分業施工かが分かれる。直営施工の場合、専業者に比べると各工種の施工効率は低下すると思われるが、工種間の手待ち時間は削減される。一方、専業者による分業施工の場合には、工種間の手待ち時間が発生する可能性はあるが、各工種の作業効率は良い可能性があると思われる。両者を比較し、工程的に早く施工できる方法を選択することが多いとのヒアリング結果であった。具体的には、各工種の作業時間が一日未満となる小規模構造物の場合等には直営施工で対応し、数量が多い場合や重要構造物（橋台、ケーソン等）の場合等には専業者による分業施工を選択するとの意見が得られた。

C) 直営施工を行わない建設会社

現場打ちコンクリート躯体工の直営施工を行わない2社に関しては、現場打ちコンクリート躯体工を含む工事の受注が少なく、直庸の技能者は他工種の技能習得を優先している。そのため、小規模なコンクリート構造物であっても、専業者による分業施工とならざるを得ないとのことであった。また、過去に直営施工を試みたことがある会社からは、「機械や型枠材料の管理費が増大する可能性があり、置き場の確保等が難しく断念した」との意見も得られた。

(2) 技能者を直庸した経緯

公共工事を元請として受注することが多い各調査対象会社が、技能者を直庸するに至った経緯（背景）についてヒアリングした結果を図 5-5 に示す。各社ともに創業当初から技能者を抱えて直営施工を実施しており、施工管理センターの業態から新たに技能者を雇用して直営施工の体制に切り替えた事例は見られなかった。対象 14 社中 2 社は、創業時は一工種のみ専業で営んでいたが、その後技能者を多能工化して工種拡大を図ったとのことであった。

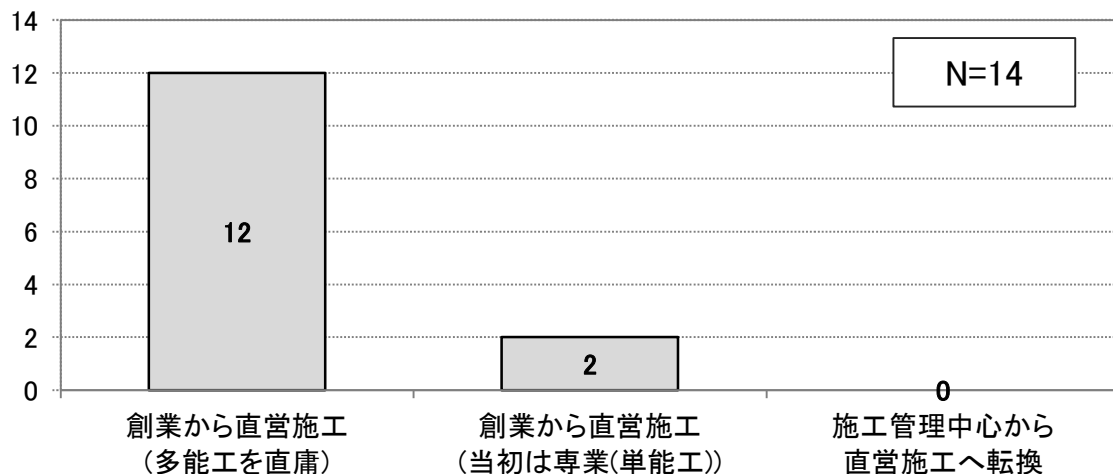


図 5-5 技能者の直庸に至った経緯

(3) 多能工活用による効果

多能工の活用効果に関するヒアリング内容を整理・分類した結果を図 5-6 に示す。工程短縮に関する項目が比較的多く、特に「手待ち時間削減」が最も多かった。多能工活用に期待される工種間の手待ち時間削減や工程短縮効果は、構造物や施工条件等にも依るが、土木工事の現場打ちコンクリート躯体工でも一定程度効果が現れていると考えられる。

手待ち時間削減の他に、「技能者の工事間調整（人材マネジメント）」によるメリットを指摘する意見も挙げられた。図 5-7 に示すように、ある会社が複数工事を抱えている場合において、他工事の作業を終えた多能工技能者を、時間を要する工種・工程に集中的に投入することで工程短縮を図るものである。これは単に多能工活用の効果ではなく、「技能者を直庸しており柔軟な人材配置を行えること」によって得られる効果と言える。元請会社が多能工技能者を直庸し直営施工を行うやり方は、一工事のみならず会社全体としての生産性向上に繋がり得る。

(4) 技能者の育成方法

対象 14 社のほとんどが、技能者の育成は主に OJT によるとの回答であり、受注工事に含まれる各作業を経験することによる技能習得、及び必要となる資格や技能講習の取得によって、多能工技能者として養成している。入社時に外部訓練施設の研修（2 週間程度）に派遣している事例は見られたが、コンクリート躯体工の技能習得において訓練施設を活用している事例はなかった。

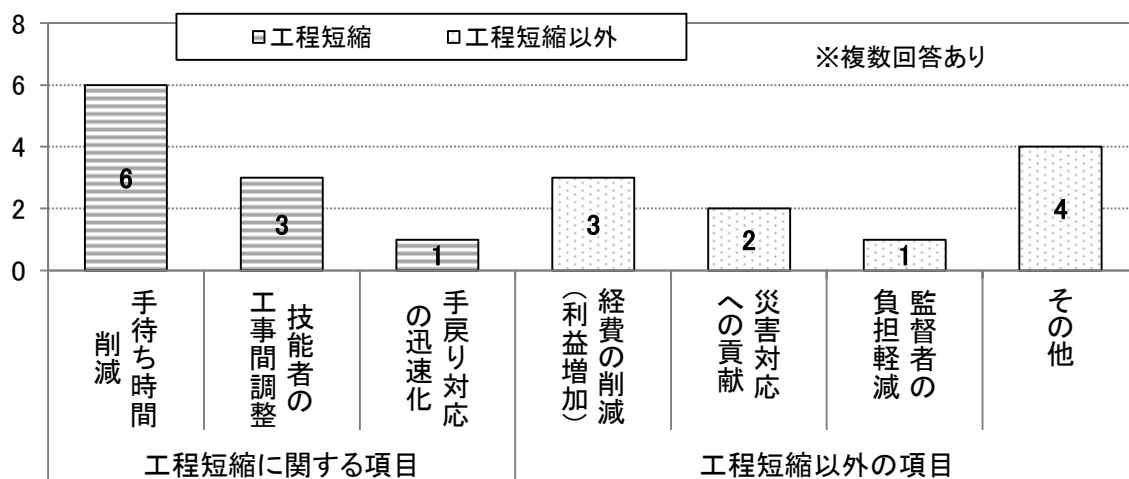
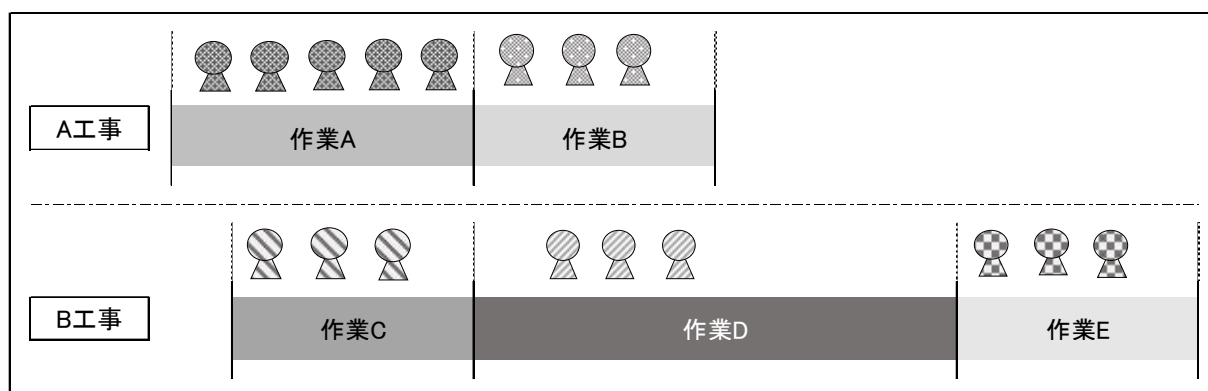


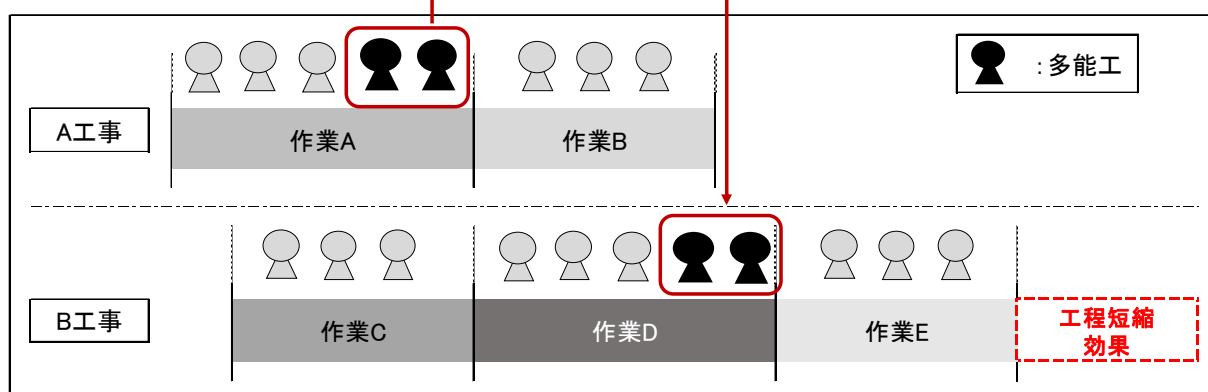
図 5-6 ヒアリング対象者が感じる多能工活用の効果

【専業者による分業施工の場合の工程】



各作業を専業者が施工する場合の標準工程（作業Dに時間を要し、工程上クリティカルになると想定する）

【直雇の多能工技能者により施工した場合の工程】



別工事の作業が終了した多能工（作業A・Dどちらも施工可能）を、通常の人員配置だと時間を要する作業Dに集中的に配置することで工程短縮に繋げる

図 5-7 ヒアリング対象者が考える多能工技能者の工事間調整

5.3.4 ヒアリング調査から得られた現状と課題

ヒアリング調査より、土木工事のコンクリート躯体工においても、図5-6に示すような多能工施工の一定の効果があるとわかった。特に専門工事業が少ない地方の中小建設会社においては、多能工施工が有効に機能するケースが多いと思われる。一方、主に元請として工事を受注する中小建設会社にとって、多能工施工を実施する上で以下に示す課題があると考察される。

- ✓ 技能者を直庸している会社でも、工事の受注状況等によっては他工種や雑工が優先され、コンクリート躯体工に係る各工種の作業を直営では全く行わない場合がある
- ✓ 直庸の多能工技能者が全てのコンクリート躯体工を施工する訳ではなく、主に数量や構造物の種類を事由に、専門業者による分業施工を選択することが多い

上記の課題を踏まえ、多能工施工の普及・推進させるためには、図5-8に示すステップを踏む必要があると考えられる。現状では技能者を直庸しているがコンクリート躯体工は全て専門業者による分業施工としている建設会社が、直庸の技能者で現場打ちコンクリート躯体工の施工を可能とするステップ（Step1）と、直営で施工できるコンクリート構造物の数量・種類を拡大するステップ（Step2）の大きく2つの段階を考える。

Step1 については、直庸の技能者が現場打ちコンクリート躯体工の各工種に係る技能を新たに習得する必要がある。OJTによる技能者育成のみでは難しいと思われるため、職業訓練の実施等も含めた育成手法の検討が求められる。多能工育成については次節以降で述べる。

Step2 については、技能者の各工種の技能レベルを向上させることが近道ではあるものの、現状の技能レベルでもより効率的に施工することができれば、直営で施工できる数量・種類が拡大すると思われる。この観点から、多能工を直庸する建設会社が、前章で取り上げた「定置式水平ジブクレーン」、「システム型枠」、「建設用3Dプリンタ」といった資機材をうまく活用することができれば、現状の技能レベルでもより効率的な施工が可能となり、直営施工（多能工施工）の拡大に繋がるものと考えられる。

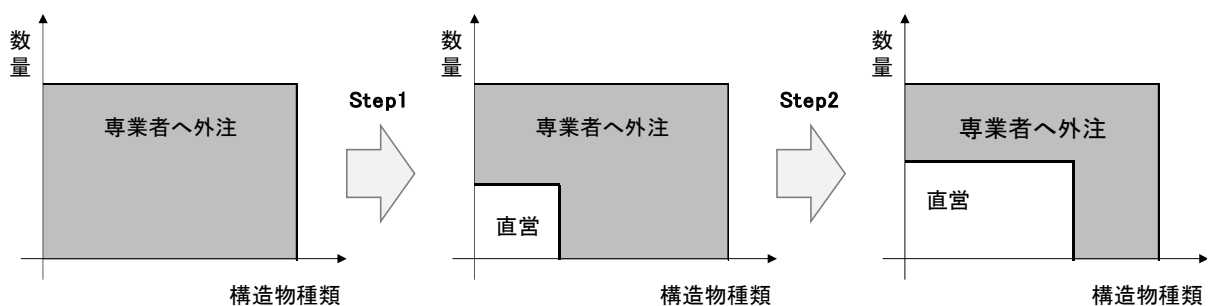


図 5-8 多能工施工の普及・拡大イメージ

5.4 土木工事における多能工施工の生産性の検討

前節までの調査より、特に中小建設企業が受注する土木工事の現場打ちコンクリート躯体工においては、元請会社が多能工技能者を直庸して施工を行うことで、技能者の工事間配置調整がしやすくなる等、建設会社にとって多能工活用の効果がより大きくなる可能性が示唆された。一方、前述の通り、実際の現場で多能工施工の調査・計測は建築工事を対象に実施した事例が多く^{4,6)}、土木工事における多能工施工の生産性等には不明な点が多い。

そこで本節では、元請会社が直庸する多能工技能者により施工された土木工事の現場打ちコンクリート躯体工の調査・計測を行い、多能工施工の生産性を分析するとともに、多能工活用の効果等について検証する。

5.4.1 調査の概要

(1) 対象工事

共同研究者の一員である株式会社フクザワコーポレーションが受注した、長野県の橋台新設工事2件を対象とした。工事概要は表5-3及び表5-4に示す通りである。工事①では、令和4年8月～令和5年11月の約1年間の工事のうち、令和5年6月～8月の3ヶ月間に施工された現場打ちコンクリート躯体工（橋台躯体工）について調査を行った。対象構造物の諸元等は図5-9に示す通りであり、調査期間（3ヶ月）の間に、フーチング→たて壁→翼壁・胸壁の順番で現場打ちコンクリート躯体工が計3サイクル行われた。工事②も同様に、令和7年4月～6月の3ヶ月間に実施された現場打ちコンクリート躯体工（橋台工）を対象としており、橋台の形式は異なる（図5-10参照）が、フーチングから順番に施工された。

株式会社フクザワコーポレーションは、国や地方公共団体の発注工事を元請として受注している社員116名（令和7年4月時点）の建設会社であるが、多能工技能者を約40名直庸している。対象工事における現場打ちコンクリート躯体工では、鉄筋工を除く3工種（型枠、足場支保、コンクリート打設）を直庸の技能者が全て施工しており、鉄筋工のみ下請の専門工事業者（以下、「協力会社」という）が施工した。

(2) 調査方法

国土交通省国土技術政策総合研究所が開発した工事日報入力システム^{5,8)}を活用し、技能者一人一人の作業内容及び作業時間を15分単位で記録した。また、工事現場にビデオカメラを設置し、期間中の施工現場全体の映像を撮影することで、現場内の技能者の細かい動きを含めて観察を行った。本調査での計測・記録の概要を図5-11に示す。施工完了後には現場代理人へのヒアリング調査を実施し、工事日報入力システムや施工映像等により計測・記録したデータの情報を補完するとともに、多能工施工の実態等について意見を聴取した。

表 5-3 対象工事の概要（工事①）

発注者	長野県
受注者	株式会社フクザワコーポレーション
工事金額	233,816,000円（税込）
工期	令和4年8月25日～令和5年11月10日
工事内容	逆T式橋台 1基 ※フーチング寸法（W12m×D6.8m×H1.5m）
工事数量	橋梁下部 橋台工 （作業土工 680 m3 場所打杭工 6 本 橋台躯体工 347 m3 表面保護工 113 m2） 法覆護岸工 （作業土工 30 m3 ブロック積工 113 m2 ブロック張工 6 m2） 道路土工 （掘削工 5,000 m3） 構造物撤去工 （構造物取壊し 1 式 運搬処理工 1 式） 仮設工 土留・仮締切工 92 枚
施工 ステップ	<pre> graph LR A[進上路設置工] --> B[矢板設置工] B --> C[場所打杭工] C --> D[土工
(床掘)] D --> E[橋台
躯体工] E --> F[矢板
撤去工] F --> G[土工
(埋戻)] G --> H[法覆
護岸工] I[足場
設置] --> J[鉄筋
組立] J --> K[型枠
設置] K --> L[打設] L --> M[型枠
脱型] M --> N[足場
解体] </pre>

注）赤字が今回の調査対象（令和5年6月～8月）

表 5-4 対象工事の概要（工事②）

発注者	長野県
受注者	株式会社フクザワコーポレーション
工事金額	111,177,000円（税込）
工期	令和6年11月1日～令和7年9月30日
工事内容	L型橋台 1基 ※H=10.0m、V=270m3
施工 ステップ	<pre> graph LR A[準備工] --> B[仮設
進上路工] B --> C[法面工] C --> D[橋台工] D --> E[埋戻工] E --> F[護岸工] F --> G[残務工] H[足場
設置] --> I[鉄筋
組立] I --> J[型枠
設置] J --> K[打設] K --> L[型枠
脱型] L --> M[足場
解体] </pre>

注）赤字が今回の調査対象（令和7年4月～6月）

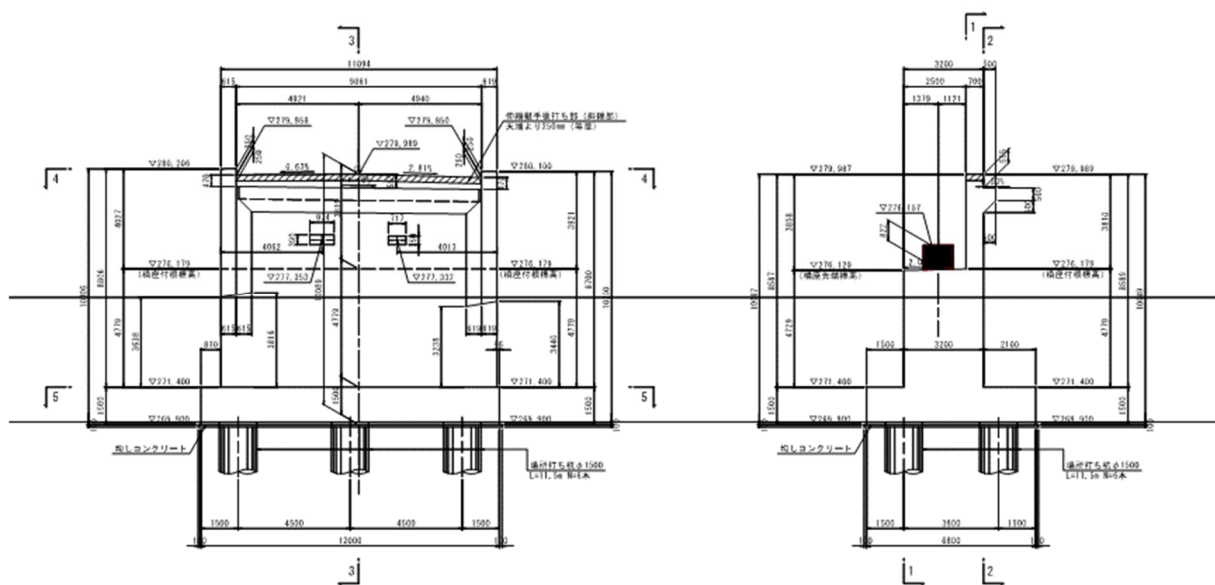


図 5-9 対象構造物の諸元等 (工事①)

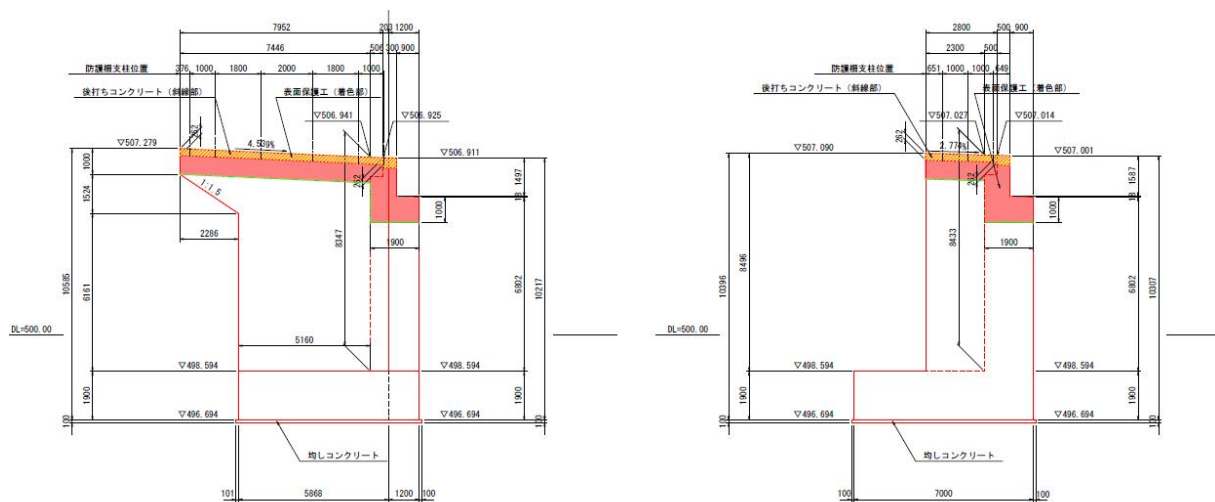


図 5-10 対象構造物の諸元等 (工事②)

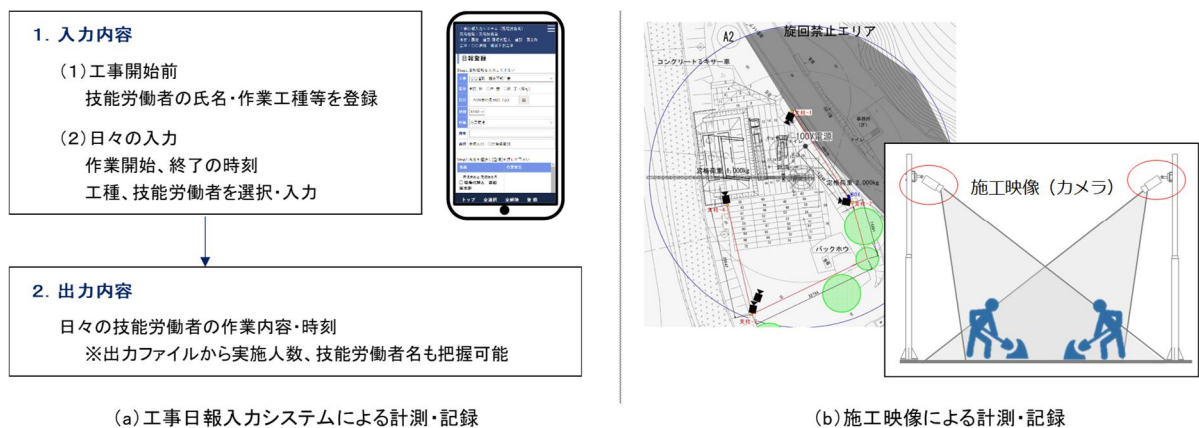


図 5-11 多能工施工の計測・記録方法

(3) 工事実施記録の作成

本調査における工事日報入力システムへの入力内容から、現場打ちコンクリート躯体工の実施記録を作成した例を図 5-12 に示す。(a) 各工種の作業時間及び投入人数が把握できる様式と、(b) 技能者別の作業工種・作業時間が把握できる様式の 2 種類を作成した。1 日の作業が休憩を挟んで午前 2 回、午後 2 回の計 4 回に分けられていたことから、工事実施記録は四分日 (0.25 日) 単位で作成した。これらの記録表をベースに、多能工施工に関する分析を行った。

		6月12日				6月13日			
		AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
足場 支保	搬入								
	設置								
	小運搬								
	撤去								
型枠	搬入								
	製作	2	2	2	2	4	4	4	3
	設置								
	小運搬								
コンクリート	解体								
	搬出								
	打設								
	養生								
鉄筋	搬入	4							
	加工								
	小運搬								
	組立		4	4	4	4	4	5	5
作業 内容	足場支保								
	型枠	(型枠製作)				(型枠製作)			
	Co打設								
	鉄筋	フーチング鉄筋搬入・組立				フーチング鉄筋組立			

注1) 表中の数値は技能者数(出面)を示す。
また、青字(鉄筋工に関する部分)は協力会社の技能者を示している。
注2) 施工ではなく安全管理等に従事した技能者は除く。

		6月12日				6月13日			
		AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
元請会社の 技能者名	H								
	J	型	型	型	型	型	型	型	型
	K								
	O	型	型	型	型	型	型	型	型
	S					型	型	型	型
	AA								
作業 内容	AD								
	足場支保								
	型枠	(型枠製作)				(型枠製作)			
	Co打設								
鉄筋		フーチング鉄筋搬入・組立				フーチング鉄筋組立			

注) 直席の技能者のみを対象に作成している。

足 : 足場支保工 型 : 型枠工
コン : コンクリート工 安管 : 安全管理

(a) 工種別の作業内容・投入人数

(b) 技能者別の作業内容・作業時間

図 5-12 工事実施記録の作成例 (工事① 6/12~6/14 分)

5.4.2 多能工施工の生産性

本調査により、多能工施工の生産性として、主に以下に示す3つの特長が確認された。

(1) 人材の有効活用による生産性向上

工事①における7/26～7/28の3日間の技能者別工事実施記録を図5-13に示す。型枠設置作業の翌日にコンクリート打設作業を行う工程において、前日（7/26）に型枠工を行った技能者が翌日（7/27）にはコンクリート工を施工している。仮に型枠工とコンクリート工を別の協力会社が施工した場合、同じ技能者数を確保しようとした場合、2日間で計13名が現場に入ると想定される（図5-14参照）。多能工を活用することで2工種を合計8名で施工しており、より少ない技能者で進めることができています。現場に入る技能者数が増える場合、安全教育・KY活動を含めた現場管理者の手間も増加すると想定されるため、多能工活用により少ない技能者数で施工することで、施工管理の負担軽減にも繋がる可能性があると思われる。

コンクリート打設日（7/27）には、前後の作業日と比較して技能者が多く配置されている。現場代理人へのヒアリングでは、クリティカルパスとなるコンクリート打設の作業量を考慮し、他現場から直庸の技能者を増員して対応したとのことであった。その結果、コンクリート打設は1日で施工完了している。これは図5-7に示した多能工活用の効果であり、元請会社が技能者を直庸していれば、複数現場間での技能者の配置や入れ替え（人材マネジメント）がしやすくなり、各現場の施工内容に合わせて柔軟に技能者を配置できることで、全体として現場の生産性向上に繋がっていくのではないかとと思われる。

元請会社の 技能者名		7月26日				7月27日				7月28日			
		AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
B		型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型
K		型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型
O		型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
T						コン	コン	コン	コン				
U		型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型
V		型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型
W						コン	コン	コン	コン				
AC						コン	コン	コン	コン				
作業 内容	足場支保												
	型枠	胸壁・翼壁の型枠設置								胸壁・翼壁の型枠設置			
	Co打設					たて壁コンクリート打設				養生			

足 : 足場支保工 型 : 型枠工 コン : コンクリート工 安管 : 安全管理

図 5-13 技能者別の工事実施記録（工事① 7/26～7/28）

(a) 直庸の多能工技能者による施工(今回の実績)

技能者		7月26日				7月27日			
		型枠工(5名施工)				コンクリート工(8名施工)			
		AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
元請会社	1(B)								
	2(K)								
	3(O)								
	4(U)								
	5(V)								
	6(T)								
	7(W)								
	8(AC)								
		2日間の投入技能者数: 8名							

 : 技能者が現場で作業したことを示す

(b) 協力会社により同じ技能者数を確保した場合(想定)

技能者		7月26日				7月27日			
		型枠工(5名施工)				コンクリート工(8名施工)			
		AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
協力会社 A	A1								
	A2								
	A3								
	A4								
	A5								
協力会社 B	B1								
	B2								
	B3								
	B4								
	B5								
	B6								
	B7								
	B8								
		2日間の投入技能者数: 13名							

図 5-14 技能者配置に関する分析(工事① 7/26~7/27)

工事②における 5/7~5/9 の 3 日間の技能者別工事実施記録を図 5-15 に示すが、工事①と同様に、同じ技能者が型枠工・足場工の両方を施工することで、より少ない技能者数で 2 工種を進めることができる。仮に型枠大工と足場支保工で施工業者が異なる場合、5/8 にとび工 5 名を確保するためには前日(5/7)の 2 名の他に 3 名を追加する必要があるが、多能工施工により 5/8 の新たな技能者確保を最小限に留めている。

元請会社の 技能者名	5月7日				5月8日				5月9日			
	AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
G	型	型	型	型	足	足	足	足	他	他	他	他
K	足	足	足	足	足	足	足	足	他	他	他	他
Q	型	型	型	型	足	足	足	足	他	他	他	他
R		足	足	足								
V					足	足	足	足	他	他	他	他
Y	型	型	型	型	足	足	足	足	他	他	他	他
作業 内容	足場支保	フーチング部足場解体				フーチング部足場解体						
	型枠	フーチング部型枠解体・撤去										
	Co打設											

足 : 足場支保工 型 : 型枠工 コン : コンクリート工 他 : その他

図 5-15 技能者別の工事実施記録(工事② 5/7~5/9)

(2) 工程前倒しによる施工効率化

工事①における 7/10～7/12 の 3 日間の工種別工事实施記録を図 5-16 に示す。7/10 及び 7/11 は直庸技能者 6 名による施工であったが、7/11 は主作業が足場支保工である中で、技能者 1 名が型枠工の作業（型枠材の搬入）に従事している。現場代理人へのヒアリングによると、7/11 の足場支保工の作業内容・作業量を考慮の上、本来は翌日から行う予定であった型枠工（次工種）の作業を前倒しで行い、同時並行で進めたとのことであった。型枠材の搬入作業を行ったことで、翌日（7/12）の朝から無駄の無い作業ができ、全体として型枠工の施工が効率化したと感じるとの意見も得られた。足場支保工と型枠工をそれぞれ別の協力会社に依頼した場合、今回のように次工程を前倒しして 2 工種を同時に行うためには、複数会社を含めて協議・調整する必要があり、また施工ヤードの大きさ等によっては綿密な計画策定も求められる。協力会社による分業体制の場合でも不可能ではないが、多能工技能者を直庸することで業者間の協議・調整が不要となり、より実現しやすくなったものと思われる。

工事②においては、工事①のような主作業と同時に次工種を前倒しで施工している事例は見られなかったが、現場代理人へのヒアリングによると、上記のような工程の前倒しができるよう各工種の資機材の早期調達を心がけているとのことであり、工事の進捗に応じて柔軟に工程前倒しができるような準備がなされていることを確認した。

		7月10日				7月11日				7月12日			
		AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
足場 支保	搬入	1											
	設置	5	6	6	6	5	5	5	5				
	小運搬												
	撤去												
	搬出												
型枠	搬入					1	1	1	1				
	製作												
	設置									6	6	6	6
	小運搬												
	解体												
コンクリート	搬出												
	打設												
鉄筋	養生												
	搬入	4											
鉄筋	加工												
	小運搬												
	組立		4	4	4	4	4	5	5	3	3	3	3
作業 内容	足場支保	たて壁の足場支保搬入設置				たて壁の足場支保設置							
	型枠					たて壁の型枠搬入				たて壁の型枠設置			
	Co打設												
	鉄筋	たて壁の鉄筋組立				たて壁の鉄筋組立				たて壁の鉄筋組立			

図 5-16 工種別の工事实施記録（工事① 7/10～7/12）

(3) 工種の円滑な切替えによる手待ちの削減

2 工事における現場打ちコンクリート躯体工の実績工程を図 5-17 及び図 5-18 に示す。工種間の手待ちに関しては、未作業日は工事①の 1 日のみ（6/9）であり、その他は日単位では作業を止めることなく次工程に移ることができる。

工種が切り替わるタイミングは、多能工活用による効果・特長が現れる場面の一つであると考えられる。実績工程のうち、1 日に複数の工種を実施している場合（図 5-17 赤枠①～④、図 5-18

赤枠①～②)と翌日から別工種に移る場合(図 5-17 青枠①～⑥、図 5-18 青枠①～⑤)に分け、それぞれについて詳細の確認を行った。

	6/8 木	6/9 金	6/12 月	6/13 火	6/14 水	6/15 木	6/16 金	6/19 月	6/20 火	6/21 水	6/22 木	6/23 金	6/26 月	6/27 火	6/28 水	6/29 木	6/30 金
足場																	
型枠								閉所									
コンクリート																	
鉄筋																	
その他	①								②	③						④	

	7/3 月	7/4 火	7/5 水	7/6 木	7/7 金	7/10 月	7/11 火	7/12 水	7/13 木	7/14 金	7/17 月	7/18 火	7/19 水	7/20 木	7/21 金	7/22 土	7/24 月	7/25 火	7/26 水	7/27 木	7/28 金	7/31 月
足場																						
型枠																						
コンクリート																						
鉄筋																						
その他							①												⑤		②	

	8/1 火	8/2 水	8/3 木	8/4 金	8/7 月	8/8 火	8/9 水	8/10 木	8/11 金	8/14 月	8/15 火	8/16 水	8/17 木	8/18 金	8/21 月	8/22 火	8/23 水	8/24 木	8/25 金	8/28 月	8/29 火	8/30 水	8/31 木
足場																							
型枠									閉所	閉所	閉所	閉所											
コンクリート																							
鉄筋																							
その他						⑥		③							④								

※ 赤枠: 一日で複数工種を実施、 青枠: 翌日から別工種を実施

図 5-17 現場打ちコンクリート躯体工の実績工程 (工事①)

	4/18 金	4/21 月	4/22 火	4/23 水	4/24 木	4/25 金	4/28 月	4/29 火	4/30 水
足場									
型枠								閉所	
コンクリート									
鉄筋									
その他									①

	5/1 木	5/2 金	5/5 月	5/6 火	5/7 水	5/8 木	5/9 金	5/12 月	5/13 火	5/14 水	5/15 木	5/16 金	5/19 月	5/20 火	5/21 水	5/22 木	5/23 金	5/26 月	5/27 火	5/28 水	5/29 木	5/30 金
足場																						
型枠																						
コンクリート			閉所	閉所								閉所										
鉄筋																						
その他	①				②						②					③						

	6/2 月	6/3 火	6/4 水	6/5 木	6/6 金	6/9 月	6/10 火	6/11 水	6/12 木	6/13 金	6/16 月	6/17 火	6/18 水	6/19 木	6/20 金	6/23 月	6/24 火	6/25 水	6/26 木	6/27 金
足場																				
型枠																				
コンクリート																				
鉄筋																				
その他			④					⑤												

※ 赤枠: 一日で複数工種を実施、 青枠: 翌日から別工種を実施

図 5-18 現場打ちコンクリート躯体工の実績工程 (工事②)

A) 同日に複数の工種を実施した場合

工事①において元請会社が同じ日に複数の工種を施工した4日間のうち、7/11に関しては、前述したように足場支保工の作業日に1名が型枠材の搬入作業を行ったものである。残りの3日間（7/28、8/10、8/21）について、技能者別の作業内容を図5-19に示す。図5-19の赤枠で示しているように、技能者が1日の間に工種を切り替えて複数工種の作業をしている。特に養生に関連する作業時間が1日未満であり、養生作業を行った技能者は、前後で型枠工や足場支保工の作業を行っている。各工種の作業が同じ施工ヤード内で実施される場合、協力会社による分業体制では7/28や8/10のコンクリート養生作業が他工種（他会社）と同じ日に行われることは少ないと思われる。通常は翌日に施工される養生作業を多能工技能者が行ったことで、協力会社による分業体制では埋めることができない時間単位の工程ロスを短縮できたと言える。

②7月28日						③8月10日						④8月21日					
元請会社の 技能者名		7月28日				元請会社の 技能者名		8月10日				元請会社の 技能者名		8月21日			
		AM1	AM2	PM1	PM2			AM1	AM2	PM1	PM2			AM1	AM2	PM1	PM2
作業 内容	B	コン	型	型	型	B	型	型	型	コン	B	足	足	足	足		
	K	コン	型	型	型	I	型	型	型	コン	U	足	足	足	足		
	U	コン	型	型	型	O	型	型	型	コン	V	足	足	足	足		
	V	コン	型	型	型	U	型	型	型	コン	K	型	コン	足	足		
	O	型	型	型	型	K	型	型	型	型	I	型	コン	コン	コン		
	足場支保 型枠 Co打設					足場支保 型枠 Co打設					足場支保 型枠 Co打設						

※ 足 : 足場支保工 型 : 型枠工 コン : コンクリート工 安管 : 安全管理

図 5-19 同日に複数工種を施工した日の技能者別作業内容（工事①）

工事②において、同日に複数工種が施工された2日間の詳細を図5-20に示す。このうち4/30については、工事①と同様に技能者が1日の間に工種を切り替えて作業を行っていた。監理技術者へのヒアリングからも、複数の専門工事業者で施工する場合、このような工程（例えば午後から別の会社に来てもらって次の工種にとりかかる）は現実的ではないと意見が得られており、多能工技能者が施工することで実現できたものと思われる。上記より、仮に専門工事業者で分業した場合、「型枠工0.5日+手待ち0.5日+（翌日）足場支保工0.5日」になると想定され、多能工施工により0.5日程度の短縮に繋がった可能性があると思われる。

①4月30日						②5月7日					
元請会社の 技能者名		4月30日				元請会社の 技能者名		5月7日			
		AM1	AM2	PM1	PM2			AM1	AM2	PM1	PM2
作業 内容	G	型	型	足	足	G	型	型	型	型	
	I	型	型	型	型	K	足	足	足	足	
	K	型	型	足	足	Q	型	型	型	型	
	U	型	型	型	型	Y		足	足	足	
作業 内容	足場支保	フーチング部足場設置				作業 内容	足場支保	フーチング部足場解体			
	型枠	フーチング部型枠設置					型枠	フーチング部型枠解体・撤去			
	Co打設						Co打設				

※ 足 : 足場支保工 型 : 型枠工 ン

※ 足 : 足場支保工 型 : 型枠工 コン : コンクリート工

図 5-20 同日に複数工種を施工した日の技能者別作業内容（工事②）

B) 翌日に別工種を実施した場合

工事①について、翌日から別工種に移った場合を対象に、前工種の作業終了時の施工映像を確認し、翌日の工種に関連する作業実施の有無を抽出した。その結果を図5-21に示す。

対象のうち3日間は、当日の作業終了後に翌日工種の準備（機材のセット等）を行っていたことが確認された。今回施工映像から確認された「技能者が行う資機材等の事前準備」は、多能工を活用することで実現されたものであり、協力会社による分業体制の場合には、翌日の次工種の開始時に行われるものと想定される。工種の準備作業は少人数かつ短時間で実施されるため労働量は小さいものの、工種の準備作業を当日に実施した場合には、その準備作業中は主作業を行う技能者を待たせることになり、その分全体の効率は低下すると考えられる。当日の作業が予定より早く終わった場合、多能工技能者が翌日から始まる工種の準備を前日に実施しておくことで、作業時間の空きが少なくなり、1日の作業時間を有効に活用できている。職長へのヒアリングより、自社の多能工社員に対しては翌日の準備作業の指示が出しやすく、さらに前章で取り上げた「定置式水平ジブクレーン」が現場に常駐していることで、資機材の準備を効率良く実施できたとの意見が得られた。

①6月8日－6月12日	②6月20日－6月21日	③6月22日－6月24日
・当日(6/8)の作業は足場設置 ・翌日(6/12)の型枠工に関連する作業なし 	・当日(6/20)の作業は型枠設置 ・翌日(6/21)のコンクリート打設のため、打継部の洗浄やパイプレタ等の準備を実施 	・6/22の作業はコンクリート養生(1名が対応) ・翌日(6/23)の足場工に関連する作業なし ・6/23の作業は足場撤去 ・翌日(6/24)の型枠解体の準備を実施 
④6月29日－6月30日	⑤7月26日－7月27日	⑥8月8日－8月9日
・当日(6/29)の作業は型枠解体(Pコン処理) ・翌日の足場工に関連する作業なし 	・当日(7/26)の作業は型枠設置 ・翌日(7/27)のコンクリート打設に関連する作業なし 	・当日(8/8)の作業は型枠設置 ・翌日(8/9)のコンクリート打設のため、パイプレタ等の準備を実施 

図 5-21 施工映像による作業内容の確認結果

工事②について、職長へのヒアリングから、翌日から別工種に移る場合、スムーズに作業を開始できるように前日に1時間程度の準備を行うとの意見が得られた。職長指示により前工種の作業を行っている間に1名が並行して次工程の準備を行うとのことであり、工事①と同様に翌日の作業時間の有効活用につながっているものと思われる。

5.4.3 検討結果まとめ

橋台工事の現場打ちコンクリート躯体工を対象に、多能工施工の生産性の分析を行った結果を表5-5にまとめる。コンクリート工の養生作業を他工種と同日に行うことで、建築工事の多能工施工で頻繁に見られる技能者の手待ちの低減効果^{4,5)}が確認された。また、特に元請会社が多能工技能者を直庸することで、必要な作業への技能者の集中配置による作業効率の向上や、柔軟な作業指示・分担による工程前倒しの容易化等、建築工事の既往研究で言及されていない新たな効果が見られた。土木工事の現場打ちコンクリート躯体工では、多能工施工による工種間の手待ちの削減や次工種の段取りの円滑化がなされれば、協力会社で分業した場合と比べて実質的に工程短縮に繋がる可能性があると思われる。

本検討より、多能工の活用による生産性を高めるためには、多能工技能者をいかに配置・調整し、いかに指示を出すかが重要といえる。この点に関しては、人材を含めた適切なリソースマネジメントのあり方について次章で述べる。

表 5-5 本調査で確認された多能工施工の生産性

No	今回の調査で確認された多能工施工の生産性	多能工による効果 ^{※1}	元請会社が多能工を直庸することによる効果 ^{※2}
(1)	クリティカルとなる作業に対して <u>技能者を集中的に配置</u> することで、作業を効率化する		○
(2)	複数の工種に対応できる技能者が、 <u>次工種の作業に前倒しで取り掛かる</u> ことで、施工を効率化する		○
(3)-(A)	一人の技能者が一日の間に複数工種を施工することで、工種間の手待ち時間を削減する	○	
(3)-(B)	<u>翌日から始まる次工種の準備作業を先行して行い</u> 、時間を有効活用する		○

※1) 既往研究（建築工事中心）にて示されている一般的な多能工活用効果

※2) 元請会社が多能工を直庸し、柔軟な調整・作業指示等ができることで実現されやすい多能工活用効果

5.5 多能工の育成に関する検討

前節までの調査・検討により、土木工事の現場打ちコンクリート躯体工では、特に多能工技能者を直庸して施工することにより、工程短縮等の生産性向上に繋がる可能性が示唆された。鉄筋工や型枠工といった専門工事職種の不足に対応するため、直営施工の拡大は有効な解決策の一つと期待されるが、直庸する多能工技能者をいかに育成するかが重要な課題の一つとなる。

我が国の建設技能者の育成は、「親方の背中を見て学べ」という言葉があるように、元来建設現場での実作業を通じた OJT 型指導が中心である。厚生労働省の報告によれば、調査対象とした建設会社の約 3 割は「OFF-JT を実施していない」と回答しており^{5.10)}、また本研究内で実施したヒアリング調査（「(4) 技能者の育成方法」に記載）においても、OJT による多能工育成のみを行っている中小建設会社が多いことが分かっている。一方、少子高齢化に伴う熟練技能者の大量離職が見込まれる中、現場での OJT 型指導の指導者的役割を担う人材が不足し、技能者育成に支障が生じる懸念がある。こういった現状を踏まえ、令和 6 年度に成立した第三次・担い手 3 法（品確法と建設業法・入契法の一体的改正）においては、技能者を始めとした建設業の担い手を中長期的に育成・確保するために必要な措置として、訓練法人支援や学校と建設業界の連携等、OJT に依らない技能者育成にも積極的に取り組むことが示された^{5.11)}。多能工育成においても、従来の OJT 依存型の技能者育成を脱却し、職業訓練を始めとする現場外の技能者育成（OFF-JT）を組み合わせた教育・育成を行っていく必要がある。

本節では、今後多能工を育成する建設会社にとって参考となる情報を得ることを目的に、多能工を直庸する建設会社における育成事例（研修等）の調査、及び職業訓練の実施事例の調査を行い、効果・課題等の分析を行う。

5.5.1 建設会社内での多能工育成事例

多能工を直庸する建設会社 2 社（共同研究者）を対象に、育成方針の背景、研修実施内容、新入社員から職長になるまでの多能工としてのキャリアパス、育成における工夫点等を整理した。2 社の概要は表 5-6 に示す通りである。

表 5-6 多能工育成事例の整理対象者の概要

会社名	株式会社フクザワコーポレーション	株式会社大竹組
本店所在地	長野県飯山市	徳島県海部郡牟岐町
創業	昭和 10 年 4 月	大正 10 年 5 月
等級 ^{※1}	C	C
事業内容	総合建設業（土木・建築等） 建設業ソフトウェアの開発・販売	総合建設業（土木）
主な受注先	国土交通省、長野県	国土交通省、徳島県、牟岐町
売上高 ^{※2}	3,252,102（千円）	2,718,630（千円）
従業員数	116 名（令和 7 年 4 月時点）	38 名（令和 6 年 4 月現在）
技能者数	50 名	18 名
多能工の 施工工種 ※現場打ちコン クリート躯体工 関連	・型枠工 ・足場工 ・コンクリート打設	・型枠工 ・コンクリート打設
建設機械の 保有状況	①バックホウ 0.1m ³ （4 台）、0.2m ³ 、0.25m ³ （2 台）、 0.45m ³ （14 台）、0.7m ³ （11 台）、1.2m ³ （2 台）、超ロングアーム型（2 台） ②ラフテレーンクレーン 70t 吊（2 台） ③クローラクレーン（2 台） ④クレーン付トラック 4t ⑤ダンプトラック 1t、2t（2 台）、4t（2 台）、10t（8 台） ⑥トレーラー ⑦重機運搬車 10t（2 台） ⑧高所作業車 ⑨フォークリフト ⑩振動ローラ（ハンドガイド式）（2 台） ⑪振動ローラ（コンバインド式）（2 台） ⑫タイヤローラ ⑬モータグレーダ ⑭除雪ドーザ（18 台） ⑮ロータリー除雪車（2 台）	①バックホウ 0.1m ³ 、0.25m ³ （2 台）、0.7m ³ （4 台） ②ラフテレーンクレーン 13t 吊、25t 吊（2 台）、60t ③クローラクレーン 60t 吊 ④クレーン付トラック 4t、5t ⑤ダンプトラック 4t（2 台）、10 台（2 台） ⑥重機運搬車 8t ⑦散水車 ⑧ホイールローダ

※1：国土交通省・一般土木工事の等級区分

※2：経営規模等評価結果通知書 総合評定通知書（審査基準日：令和 6 年 6 月 30 日）

(1) 株式会社フクザワコーポレーションの事例

A) 多能工育成の背景

株式会社フクザワコーポレーションは、創業当初より直営施工を基本とし、専門工事業者に頼らず自社で対応できる体制を維持し続けている。施工管理に特化（施工は下請業者へ依頼）した形ではなく、元請として受注した工事を自社の技能者が施工する形を主としているのは、下請企業に依存することで発生する下記リスクを低減するためである。

- 工程が下請業者に左右されやすい
- 自社の期待するレベルの下請業者の確保や関係構築に労力を要する
- 大雨・洪水といった自然災害等の緊急事態への迅速な対応が難しい（下請業者との密な連携が求められる）

直営施工を維持するためには、自社で対応できる範囲（工種）を拡大する必要があることから、多能工の育成により複数工種を直営で施工できるような体制を構築した経緯がある。

表5-6に示すように、現場打ちコンクリート躯体工のうち、型枠工等は自社の多能工技能者が施工するが、鉄筋工は専門工事業者に外注している。このように自社で施工する工種と専門工事業者に外注する工種に分かれているのは、以下の理由によるとのことであった。

a) 型枠工を自社で施工する理由

- ✓ 受注工事に型枠工が含まれることが多く、さらに土工とセットとなる場合が多いことから、土工と型枠工を自社でできるようになった方が効率的であるため、土工と型枠工を多能工化した
- ✓ 土工は ICT 施工を始め機械化が進んでいるが、型枠工は未だに人手を必要とする工程であり、特に会社として型枠工の技能者育成及びシステム型枠の導入に力を入れている

b) 鉄筋工を専門工事業者に外注する理由

- ✓ 型枠工と比べて図面がより複雑であり、自社の技能者で加工図を作成することや図面を読み取ることが難しい
- ✓ 型枠工と比べて材料保管にかかる負担が大きい（型枠は合板を重ねて保管しておくことが可能だが、鉄筋は径が異なるものや加工したものを重ねて置くことができず、ある程度のスペースが必要となることから、加工機等も含めて保管ヤードを保有・維持するための人材面・費用面の負担がかかる）

B) 実施している研修の内容

現場での OJT 以外に、技能者向けに実施している研修（座学及び演習）の内容等について整理する。ここでは、新入社員向けと既存社員向け（入社 2 年目以降の社員を対象とした研修）に分けて記載する。

① 新入社員向け研修

新入社員向け研修は、入社直後の4～5月に集中的に実施しており、現場配属前に基礎的な教育を受ける仕組みとなっている。新入社員研修のカリキュラムは約20項目が設定されており、役職（技能職、技術職等）によって受講する項目が決められている。技能者に対しては、一般教養やビジネスマナー、情報セキュリティ等に加え、多能工の基礎を身につける目的で、コンクリート基礎学習や型枠学習、車両整備等の実習を含めた研修が行われている。

② 既存社員向け研修

2年目以降の技能者に対しては、株式会社フクザワコーポレーションが独自に策定した社内用技能検定（後述）による継続的な技能研鑽や、自社の工事を施工するのに必要な技能講習や特別教育を実施している。主な研修・講習を以下に示すが、例えば「CAD研修（型枠）」は、型枠加工図を作成する力を身につけることに加え、技能者（職長）が自分で数量算出を行う力を身につけることを目的としたものである。

■2年目以降の主な研修・講習項目

- ✓ 社内技能検定（型枠、バックホウ）
- ✓ ドローン講習
- ✓ 車両系建設機械技能研修
- ✓ 舗装技術研修
- ✓ CAD研修（型枠）
- ✓ 足場組立研修
- ✓ 左官研修
- ✓ バックホウ研修（社内技能検定以外の日常操作）
- ✓ 橋梁補修の技術指導
- ✓ ミニクローラクレーンの操作研修
- ✓ 特別教育（ローラー、足場、アーク溶接、高所作業車、粉塵、伐木、刈払機、フルハーネス型安全など）

C) 技能者のキャリアパス

株式会社フクザワコーポレーションの技能者は、入社1年目から社内技能検定をベースにバックホウ（土工）と型枠の施工に必要な技能を取得し、2年目以降は車両系資格等の取得も視野に技能レベルの向上を図っている。各段階（1～3年目、職長等）で求める技能レベルと取得資格の対応を明確にしており、複数工種に対応できる多能工としてのキャリアパスが設定されている。

D) 技能者育成における工夫点

技能者の直庸・育成における工夫点として以下が挙げられる。

a) 社内技能検定の実施による必要技能の習得

株式会社フクザワコーポレーションでは、社内の技能者向けに独自の技能検定を策定し、継続的な技能向上、社員のモチベーション向上等を図っている。検定は、自社の受注工事を施工するのに必要な技能を身につけることを目的とし、「バックホウ操作技能検定」と「土木型枠組立技能検定」の2種類を独自に策定している。検定は過去の工事等を踏まえて必要となる技能の観点から設定しており、バックホウ操作技能検定は6級～1級、土木型枠組立技能検定は5級～準1級までレベルに応じた内容となっている。各検定の保有者数は表に示す通りであり、バックホウと型枠双方の検定で上位級を取得することで、重機作業と型枠組立作業のどちらもより高いレベルで行える「多能工技能者」となる。また、本検定は「長野県認定技能評価」として認定されたものであり、検定合格者には長野県知事の名で認定証が送られる。これにより、直庸技能者のモチベーション向上に繋がっている。

表 5-7 社内技能検定の保有者数

級数	経験年数(目安)	保有者数	
		バックホウ	型枠
1	10年目以上	5名	—
準1		—	4名
2		7名	19名
3	5～6年目	10名	12名
4		5名	14名
5	1～2年目	21名	31名
6		11名	—

b) 複数事業の実施による技能者の稼働率向上

建設会社が技能者を直庸するためには、工事を継続的に受注して技能者の仕事を確保し続ける必要がある。株式会社フクザワコーポレーションでは、総合評価方式の導入により工事受注が安定するようになったが、それでも受注が少なく技能者の手が空いている場合には、自社の除雪管理システム^{5.12)}のメンテナンス等、現場作業以外の仕事を行うことで手空き等が発生しないよう工夫している。

c) ペア制度による新入社員のフォロー

新入社員1名に対し、比較的年齢の近い社員をペアとして配置する「ペア制度」を実施している。この制度により、仕事等に関する悩みを気軽に相談できる機会が創出され、若手技能者が働きやすい環境が作られている。ペア制度をより有効活用しコミュニケーションを醸成する

ため、ペアの社員が食事をするのに係る費用について、会社から一部補助金を支給する取り組みを行っている。人材確保の観点からは、こういった取り組みは建設業の離職防止の一助になるものと考えられる。

(2) 株式会社大竹組の事例

A) 多能工育成の背景

株式会社大竹組は、創業当初より直営施工を行っており、現在でも自社の技能者を継続的に育成し、土工や型枠工を中心に直営で施工する体制を構築している。20 年程前より、現場作業終了後に若手技能者に対して技能指導を行っており、そこから直庸技能者の育成方法等を確立してきた。株式会社大竹組の社員の年齢構成を図 5-22 に示すが、20 代の若手技能者から 50～60 代の熟練技能者まで各年代の社員を抱えており、技能継承・知識共有がしやすく、現場での作業分担もしやすい体制となっている。人材確保の点では、高等学校を卒業して入社する新入社員の他、美容師や整体師等の他業界からの転職者も受け入れ、技能者として育成している。

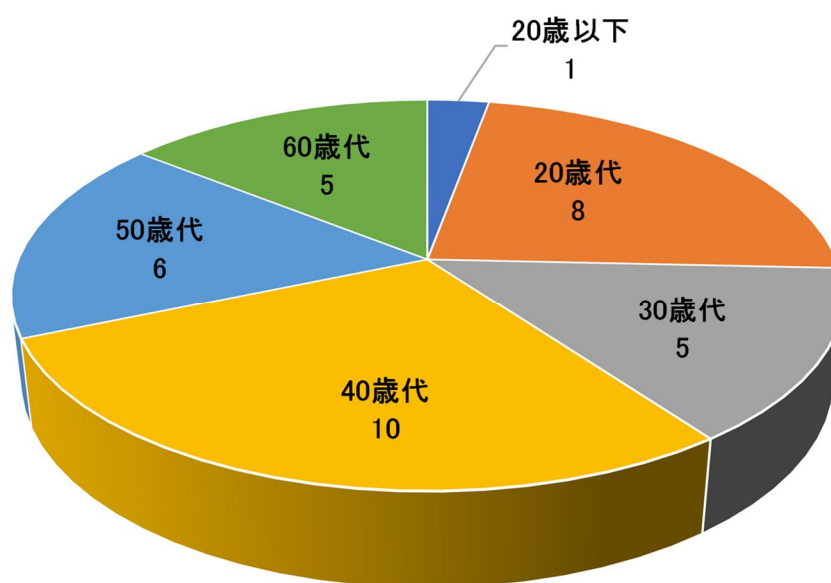


図 5-22 株式会社大竹組の社員の年齢構成（令和 6 年度）

表 5-6 に示すように、足場工は軽微なものは除き専門工事業者に外注している。その理由は以下に示す通りとのことである。

■足場工を専門工事業者に外注する理由

- ✓ 足場材を自社で保有するとコストが増大するため、材料含めて専門工事業者に外注した方がより安価で、かつ施工効率も良い。専門工事業者の方が保有資材も多く、急な事案やニーズにも対応できる。また外注することで、足場工の施工中に直庸技能者が他作業を行うことができ、工事全体の効率化に繋がる。

B) 実施している研修の内容

技能者向けに実施している研修について、新入社員向け研修と既存社員向け研修（入社 2 年目以降の社員を対象とした研修）に分けて記載する。

① 新入社員向け研修

新入社員向け研修として、最初の 2 日間でビジネスマナーや PC 操作等に関する座学を実施した後、3 日目から現場での OJT を含めた指導が始まる。2 日間の新入社員向け研修のカリキュラムを表 5-8 に示す。

入社直後の社内研修の他、（一社）建設業協会が主催する 3 日間程度の新人研修会へ派遣する等の取り組みを行っている。

表 5-8 新入社員向け研修（座学）のカリキュラム

	時間	内容	時間数	備考
1 日目	8:00～8:30	研修レポート説明	0.5h	
	8:30～12:00	オフィスツアー	3.5h	
	12:00～13:00	休憩	1.0h	
	13:00～15:00	ビジネスマナー、建設業の役割	2.0h	1時間ずつで休憩
	15:00～16:30	オフィスツアー（残り）	1.5h	
	16:30～17:00	研修レポート作成	0.5h	
2 日目	8:00～9:00	DVD視聴研修（安全衛生ビデオ）	1.0h	
	9:00～12:00	図面や書類の見方、基本計算	3.0h	1時間ずつで休憩
	12:00～13:00	休憩	1.0h	1時間ずつで休憩
	13:00～16:30	安全衛生、CAD、Excel、Word、ICT	3.5h	約1時間ずつで休憩
	16:30～17:00	研修レポート作成	0.5h	

② 既存社員向け研修

二年目以降の社員に対しては、主に資格取得支援を目的とした研修・勉強会を実施しており、具体的には以下に例示する資格を対象に行われている。

- ✓ 一級建設機械施工管理技士
- ✓ 一級土木施工管理技士（一次・二次）
- ✓ 二級土木施工管理技士
- ✓ 移動式クレーン（学科・実技）
- ✓ 火薬類取扱保安責任者甲種

研修・勉強会では、試験当日に向けて過去問を中心とした課題の提出及び講師による添削を行っている。一級土木施工管理技士（二次試験）の例を図 5-23 に示す。自社の資格保有者が講師となり、指導を行っている。

R6 1級土木2次試験 ■さん
試験日 R6.10.6 日曜日

試験まであと 125日

	6月			7月			8月			9月			10月		
	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
工程	○						○○○						○		
	現在 6月3日						お盆休み 8/10-8/18					試験日 10月6日			
過去問 1周目	6月の予定														
過去問 2周目				7月の予定											
試験記述：作成・添削	毎週(火)朝8時～(水)～(金)までに提出														
試験記述：検定期間	R05問題 6/4～6/7までに提出														
穴埋め・記述問題対策 (過去問対策)	R04問題 6/11～6/14までに提出														
	R03問題 6/18～6/21までに提出														
	R02問題 6/25～6/28までに提出														
	R01問題 7/2～7/5までに提出														
出題分野別対策 (記述文章と、漢字)															
1か月間 集中期間															
勉強会開催日	現在未定														
勉強会の内容	現在未定														

R6 1級土木2次試験 ■さん
試験日 R6.10.6 日曜日

試験まであと 90日

	6月			7月			8月			9月			10月		
	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
工程	○			○			○○○						○		
	現在 6月2日			現在 7月8日			お盆休み 8/10-8/18					試験日 10月6日			
過去問 1周目															
試験記述：作成・添削				7月の予定											
穴埋め・記述問題対策 (過去問対策)				毎週(火)(木)の2回の提出											
				内容：分野別記述問題、漢字、作文作成											
				7.9・11 コンクリート											
				7.16・18 土工一般											
				7.23・25 安全管理											
				7.30・8.1 環境保全											
				8.6・8 施工計画											
勉強会開催日															
勉強会の内容															

R6 1級土木2次試験 ■さん
試験日 R6.10.6 日曜日

試験まであと 62日

	6月			7月			8月			9月			10月		
	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
工程	○			○			○○○						○		
	現在 6月3日			現在 7月8日			お盆休み 8/10-8/18					試験日 10月6日			
過去問 1周目															
試験記述：作成・添削				7月の予定											
穴埋め・記述問題対策 (過去問対策)				提出											
				[8/19の2回] 内容：近年の傾向の確認 (1次より)											
				2回 (火・木)											
				8/20 R5 1,2回の1次											
				8/22 R6 1,2回の1次											
出題分野別対策 (記述文章と、漢字)				[8/26の2回] 内容：過去問2週目											
1か月間 集中期間				2週目 (月火水木金)											
勉強会開催日				現在 8/26～30 R5、4、3、2、1の順番で過去問											
勉強会の内容				現在未定											

9月カレンダー

2024年(令和6年)

とても忙しいですが、あと1ヶ月の辛抱です。頑張らねば。
基本はすべて指図形式です。
必ず提出日に、各事務所までキャンセルして来てください。

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
	勉強会 残り1か月の打ち合せ	穴埋め提出 土工	穴埋め提出 Con	宿題提出休み 前日がノー残業デー	模試①提出	
8	9	10	11	12	13	14
	穴埋め提出 安全・環境・施工計画	記述提出 土工・Con	記述提出 安全・環境・施工計画	宿題提出休み 前日がノー残業デー	模試②提出	
15	16	17	18	19	20	21
	旗日	穴埋め提出 全部	記述提出 全部	宿題提出休み 前日がノー残業デー	模試③提出	
22	23	24	25	26	27	28
	旗日	1次抜粋提出 R5, R6	過去問抜粋提出 H30以前	宿題提出休み 前日がノー残業デー	模試④提出	
29	30	1	2	3	4	5
	ラスト追い込み期間	ラスト追い込み期間	ラスト追い込み期間	ラスト追い込み期間	ラスト追い込み期間	試験前日 休養
6	7					
試験当日						
	問題用紙を持ち帰り、 会社へ提出願います。					

図 5-23 資格取得支援を目的とした研修・勉強会の内容例

B) 技能者のキャリアパス

株式会社大竹組の技能者の入社後からのキャリア形成を表5-9に示す。職長クラスの多能工となるまでのキャリアとして5段階のレベルを設定しており、各段階で求める技能レベルと必要な資格を明確化している。型枠工に関しては、入社8年目を目途に割付等の段取りができるレベルを目指している。

C) 技能者育成における工夫点

技能者の直庸・育成における工夫点として以下が挙げられる。

a) 研修等の実施による新人技能者の稼働率向上

株式会社大竹組では、全ての技能者を月給制としているが、新入社員で有給休暇の付与日数が少ない場合、雨等で休工となった場合に休むことができない場合がある。その場合、PC作業（CAD、Excel、Word等）の研修やドボク模型の作成、プレゼン研修、測量機器操作訓練（TS、レベル、杭ナビ、GLS、ミニドローン）等を実施し、技能者の仕事を確保している。

b) 資機材の活用と併せた技能向上

多能工の業務内容は多岐に渡るが、建設現場では同じ現場条件や構造物を反復することができない。そこで株式会社大竹組では、複数工種の知識・技能を習得する後押しとなるよう、ICT 建機やシステム型枠等の資機材導入を積極的に検討し、複数の工種により取り組みやすくする工夫をしている。

表 5-9 技能者のキャリアパス

段階 (レベル)	期間	目安	生産レベル	育成内容	取得資格
1	入社～3ヶ月	現場作業補助のための準備期間、および建設現場を体験。	・軽作業 ・片付け	1か月毎に稼働現場を回り、現場を見て、体験する。また従業員とのコミュニケーションをとる。	・社会人基礎研修 ・玉掛け
2	3ヶ月～2年目	必要な各技能講習・資格を取得し、中堅、ベテラン社員の補助的作業を行うことができる。	・セパレータの取付、支保工取付補助 ・各資材や工具の理解	中堅、ベテラン技能者の中から教育係を決めておき、仕事をしながら知識、技能を習得する。定期的に現場、教育係をローテーション	・溶接 ・小型移動式C ・足場組立作業主任者
3	2年目～5年目	大型建機を使った実作業が監視のもとで、行うことができる。指示を仰ぎながら作業を進めることができる。	・クレーン、大型トラック、建設重機を実現場で運転 ・型枠パネル加工や組立・解体作業など指示する作業が行える。	オブザーバーであるベテラン社員の指示を仰ぎながら作業員の1人として現場へ派遣し実作業を通じて技能や経験を深めていく。	・移動式C ・大型自動車 ・大型特殊自動車 ・車両系建設機械 ・2級土木、2級建設機械
4	5年目～8年目 (10年目)	現場での作業準備(段取り)ができる。やりがい、責任感が持てる。各工種で作業主任者としての業務ができる。	・オペレーターとしてクレーン回送、作業や建設機械を使い、現場で活躍できる。 ・若手の教育係となり、一連の型枠作業を行うことができる。	職長、現場責任者とともに、作業に必要な資材、機械、作業手順など監督と打合せを行い、社内LINEでの予約や前日、当日の積込などを委任する。	・1級土木、1級建設機械 ・作業主任者
5	8年目(10年目)～	職長、現場責任者としての業務ができる。	・職長として、監督職員と工程、作業、安全について協議し、現場への指示ができる。 ・型枠の割付や作業工程を監督職員とともに立案し、現場にて指示ができる。	現場責任者として配置し、各工種の一連の作業をまとめあげる。また社内で指導監督的な立場となり、社内の後進への包括的な技術・技能指導を行う。	・職長教育 ・基幹技能者 ・建設マスター顕彰 ・優良建設機械運転員表彰

(3) まとめ

前述の 2 つの事例では、それぞれの建設会社の技能者に求められる技能等を踏まえた上で独自の研修等が実施されているが、以下の共通点があると考えられる。

a)研修カリキュラムの作成と持続的な技能者育成

特に新入社員向け研修については、実施日数は違うが 2 事例ともに詳細な研修計画が策定されており、計画に基づいて研修が実施されている。このように自社の工事を施工するために技能者に求められる知識・技能を含めた研修カリキュラムを策定しておくことで、研修実施者（講師等）が変わっても同じような教育・育成を行うことができ、持続的な技能者育成に寄与していると思われる。

b)多能工としてのキャリアパスの明確化

2 事例ともに入社後からのキャリアパス（期間・年数と求められる技能、必要な資格）が明確化されており、複数工種を施工するのに必要な技能を着実に身に付ける仕組みが確立されていた。また多能工としての成長を後押しするため、上記のキャリアパスに応じた資格の取得に向け、研修や勉強会等の支援も行われていた。

c)技能者の稼働率向上

今回対象とした 2 事例では、いずれも直庸技能者は月給制であり、手待ち時間や仕事が無い時間をなるべく発生させない工夫がなされており、工事の受注状況等に応じて、空いた時間に他の作業や研修等を行っていることがわかった。多能工として施工できる工種が増えて対応できる範囲が広がれば、技能者の稼働率向上により寄与するものと思われる（例えば、別の現場の他工種のフォローに入る、等）。

5.5.2 職業訓練の実施事例

令和6年度に成立した第三次・担い手3法（品確法と建設業法・入契法の一体的改正）において、国及び地方公共団体は、多様な人材の確保等に必要な環境整備の促進に向けて訓練法人支援等に努めることが示されており^{5.11)}、今後の多能工育成において職業訓練は有効な方法の一つとなり得る。厚生労働省の報告によれば、建設会社のOFF-JTの実施方法のうち、「認定職業訓練施設で実施」、「公共職業訓練施設で実施」、「民間の教育訓練施設で実施」等を実施している例も見られる^{5.9)}が、全体のうちOFF-JTを実施している会社は少ない。ここでは認定職業訓練に着目し、土木工事の現場打ちコンクリート躯体工の技能者育成を行っている職業訓練の事例について調査した。

認定職業訓練とは、事業主等が雇用する従業員等に対して行う職業訓練のうち、職業能力開発促進法に定める教科、訓練期間、設備などの基準に合うものとして、都道府県知事が認定した訓練をいう^{5.13)}。訓練期間については、普通課程は1年、短期課程は6ヶ月以下となっており、要件を満たすことで訓練経費の一部について都道府県から補助が受けられる場合がある。表5-10に示す通り、我が国では建設業のみならず、製造業等の他産業でも様々な形式で認定職業訓練制度が活用されている^{5.14)}。

表 5-10 認定訓練校の業種構成^{5.13)}

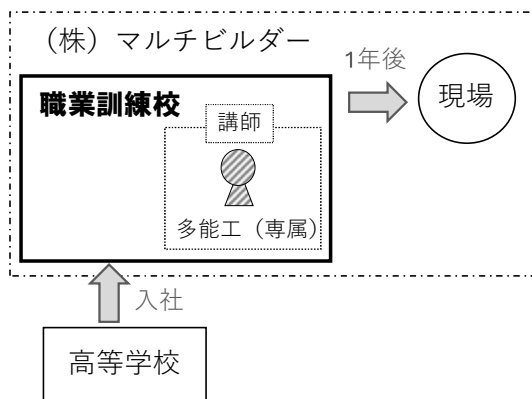
業種 認定校	製造業	建設業	理美容	服飾	学校	その他	計(訓練校)
単独訓練校	13	3	3			10	29
共同訓練校	14	85	5	3	11	10	128
計	27	88	8	3	11	20	157
%	17.2%	56.1%	5.1%	1.9%	7.0%	12.7%	100.0%

(1) 調査対象事例

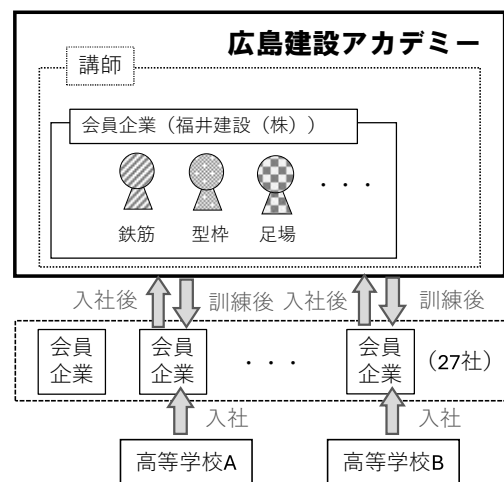
本研究では、民間の企業・団体によって運営されている職業訓練校に着目し、訓練目的・実施者・対象者等が異なる5つの訓練施設（表5-11 参照）を調査対象に選定した。主にヒアリング調査から、各施設の訓練内容や訓練方法等を整理し、職業訓練の実施方法の観点を中心に効果・課題等を考察した。事例1～4の訓練実施方法を図5-24に示す。

表 5-11 調査対象施設の概要

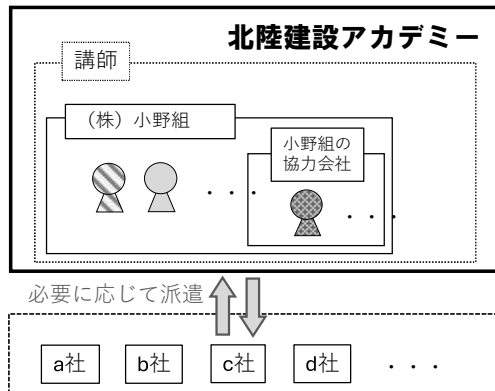
No	事例1	事例2	事例3	事例4	事例5
施設名	マルチビルダー職業訓練校	広島建設アカデミー	北陸建設アカデミー	大林組林友会教育訓練校	富士教育訓練センター
所在地	埼玉県八潮市	広島県広島市(事務局)	新潟県胎内市	埼玉県八潮市	静岡県富士宮市
運営主体	(株)マルチビルダー	職業訓練法人 広島建設アカデミー	一般社団法人 北陸建設アカデミー	(株)大林組、大林組林友会	職業訓練法人 全国建設産業教育訓練協会
概要	・(株)マルチビルダーの <u>企業内訓練校</u>	・ <u>会員企業(27社)を対象とした職業訓練校</u>	・ <u>主に県内を中心とした建設会社を対象とした職業訓練校</u>	・ <u>協力会社(林友会会員1,211社)を対象とした職業訓練校</u>	・ <u>全国の建設会社を対象とした職業訓練校</u>
訓練目的	・ <u>社内の多能工技能者の育成</u>	・ <u>広島県内の技能者の育成</u>	・ <u>新潟県内の技能者の育成</u>	・ <u>協力会社(専門工事業者)の技能者の育成</u>	・ <u>全国の技能者の育成</u>
訓練内容	新人研修	新人研修	技能講習	職長研修	技能講習、新人研修等
	・現場打ちコンクリート工の各工種(足場、鉄筋、型枠、打設)に関する座学、図面作成、実技等	・躯体及び基礎(鉄筋、足場、型枠、コンクリート打設、土工、仮設等)	・各種技能講習(足場組立、型枠支保工、小型クレーン運転等)	・とびコース、鉄筋コース、型枠コース(CADでの図面作成や実習等)	・技能習得コース、新入職コース、多能工コース、オーダーメイドコース等
訓練期間	・1年間(4月～3月)	・2ヶ月程度	・数日程度 ※コースにより異なる	・1ヶ月程度	・2～3ヶ月程度 ※コースにより異なる
対象者	・高等学校を卒業し新規で入社した初心者	・高等学校を卒業し新規で入社した初心者	・技能講習は対象者の制限無し	・入社3～5年目程度の経験者(年齢制限なし)	・コースにより異なる (多能工コースは初心者(実務経験0～1年)が対象)



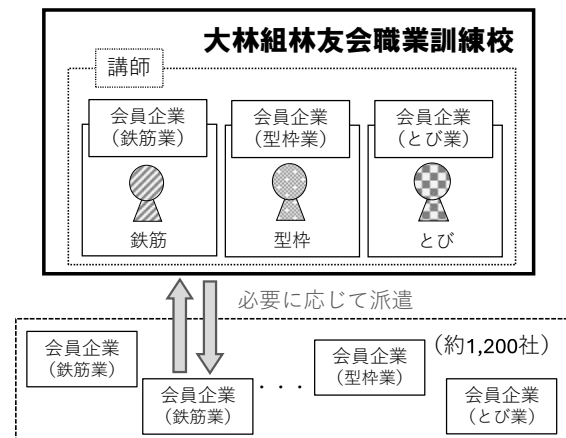
(a) 事例 1 の訓練実施方法



(b) 事例 2 の訓練実施方法



(c) 事例 3 の訓練実施方法



(d) 事例 4 の訓練実施方法

図 5-24 事例 1～4 の職業訓練の実施方法

(2) 1 社単独で職業訓練を実施する事例（企業内訓練校）

事例 1 は主に建築工事のコンクリート躯体を自社で施工している（株）マルチビルダーの企業内訓練校であり、新卒で入社した技能者は、訓練校で 1 年間訓練を行った後、現場へ配属される（図 5-24(a) 参照）。過去に多能工として現場作業に従事していた社員 1 名が専属で講師を務めており、現場打ちコンクリート躯体工の各工種を指導している。

マルチビルダー職業訓練校は東京都の訓練校認定（普通課程）を令和 4 年度まで受けており、補助金を訓練校の運営費用や講師・訓練生の給与等に充てていた。訓練生の減少により令和 5 年度からは休止（認定は受けているが補助金は受け取れない）しており、職業訓練に係る費用は自社で負担している。東京都の認定の他、厚生労働省の人材開発支援助成金^{5.13)}を活用している。

訓練内容は 4～6 月は座学（図面等）を行い、7 月以降は実技（図面作成、構造物製作）を行う

計画であり、現場打ちコンクリート躯体工に係る鉄筋、型枠等の各工種を一通り施工することができるようになる。多能工育成のため、各工種を含めた一連の工程として学ぶことを重視したオリジナルカリキュラムを作成しており、企業内訓練校として実施することで、自社の技能者に求められる技量・能力にフォーカスした訓練を柔軟に行うことができる。一方、1社単独で職業訓練校を運営する上では、講師及び訓練生の両方を自社で継続的に確保する必要があり、特に訓練生の確保は認定職業訓練の継続（補助金の受給）に直結することから、多能工技能者の持続的な育成における重要な課題の一つである。

（3）複数社が合同で職業訓練を実施する事例

A) 広島建設アカデミーの事例

事例2は広島県内の技能者育成を目的に設立された施設である。図5-24(b)に示すように、幹事会社である福井建設株式会社が講師人材を提供し、県内の会員企業27社（とび・土工、型枠大工等の専門工事業者）の新規入職者を対象に現場打ちコンクリート躯体工に係る一通りの技能研修を行っている。講師については、福井建設株式会社の社員から工種別に選定されている。

広島建設アカデミーは広島県の訓練校認定を受けており、交付される認定職業訓練助成事業費補助金（運営費）により運営（訓練で使用する材料の購入等）を行っている。また、厚生労働省の人材開発支援助成金のうち、建設労働者認定訓練コース（経費助成）を受けている。訓練生を派遣する建設会社は、厚生労働省のキャリア形成促進助成金^{5.13)}を活用することで、訓練受講に係る費用等を賄っている。

訓練内容は表5-12に示す通りであり、各工種（鉄筋、型枠、足場、打設）の専門講師から教育を受けることで、多能工の基礎となる現場打ちコンクリート躯体工の一通りの技能を身に付ける仕組みが確立されている。

広島建設アカデミーの工夫として、訓練校としての建物を保有しておらず、会員（専門工事業者）の加工場を活用して実習を行うことで、建物（訓練校舎）の維持管理に係る手間や費用を削減している点が挙げられる。講師人材や研修場等、職業訓練の実施に必要となるリソースを地域内で共有することにより、効率的に職業訓練を実施している。

表 5-12 研修カリキュラム（広島建設アカデミー）

コース	科目	内容	時間	合計
建築躯体基礎	1 社会	①社会人の責任と義務 ②挨拶と集団行動	24	216
	2 建築構造	①建築概論、②生産概論、③構造概論、④力学概論、⑤計画概論、⑥設備概論	16	
	3 測量	①概論、②水準測量、③多角測量、④墨出作業方法	32	
	4 鉄筋組立作業法	①仕様及び積算、②施工図、③鉄筋工作機、④器工具の取扱い方、⑤加工・組立作業法	48	
	5 足場組立作業法	①種類、②材料、③施工図、④仕様及び積算、⑤器工具の取扱い方、⑥安全衛生、⑦関係法規	40	
	6 型枠組立作業法	①種類、②材料、③施工図、④仕様・積算、⑤機械操作使用法、⑥器工具の取扱い方 ⑦安全衛生、⑧関係法規	56	
建築躯体工作	1 RC施工	①機械操作使用法、②器工具使用法、③保護具の正しい取扱い法、④整理整頓 ⑤仮設（単管足場）工事施工実習、⑥型枠工事工作施工実習、⑦鉄筋工事工作・施工実習 ⑧クレーン等の知識、⑨玉掛け方法・合図	96	96
土木基礎	1 土木工事作業法	①掘削方法、②湧水の処理・排水方法、③砂及び岩石の性質、④酸素欠乏危険作業法 ⑤安全衛生、⑥関係法規	16	32
	2 コンクリート作業法	①種類、②材料、③構造、④コンクリート打設法	16	
建築仮設工事施工	1 仮設工事一般	①仮設の種類、②仮設工事の目的、③仮設材料	4	56
	2 仮設工事計画	①計画概論、②構造力学、③仮設計画作成	8	
	3 安全関係法令	①安全衛生、②用具の選定及び取扱い	4	
	4 仮設施工実習	①仮設材の種類の選定・取扱い、②用具の選定・取扱い ③重量物の運搬作業法、④枠組足場組立・解体安全作業法	32	
	5 修了試験	①学科試験、②実技試験	8	
合計				400

B) 北陸建設アカデミーの事例

事例 3 は事例 2 と同様に県内の技能者育成を目的として設立された施設であるが、技能講習を行う施設を望む声が多かったことを踏まえ、技能講習の登録教習機関として認定を取得した訓練校である。図 5-24(c) に示す通り、株式会社小野組と協力会社が講師人材を提供し、主に新潟県内の建設会社を対象に技能講習・特別教育を実施している。これにより、現場打ちコンクリート躯体工に必要な各工種の技能講習（足場の組立て等作業主任者、型枠支保工の組立て等作業主任者、等）を地域内で取得することができ、地域の多能工育成の一助となり得ると思われる。

北陸建設アカデミーでは地域の実情を踏まえ、技能講習の登録教習機関としての認定を受けられない職業訓練法人の形式ではなく、一般社団法人として訓練施設を継続している。このため事例 1 や事例 2 のような職業訓練を行う事業者向けの補助金（都道府県の認定）は受けておらず、訓練校の運営費で不足する分は（株）小野組が負担している。訓練生を派遣する建設会社は、厚生労働省の人材開発支援助成金のうち、「建設労働者技能実習コース（経費助成、賃金助成）」5.13) を活用し、訓練受講に係る費用等を賄っている。

C) まとめ

地域の技能者育成を目的として複数社が合同で職業訓練を行うことで、建設会社間での人材リソースの共有により、効率的かつ継続的に訓練が実施されていた。一方、このような事例では、訓練計画等の作成や講師人材の提供において特定の建設会社に負担がかかること、地域の実情（地域各社の技能者数、訓練内容のニーズ等）を踏まえた職業訓練を計画すること等が課題となる。

(4) 協力会社に対して職業訓練を実施する事例

事例 4 は、大手ゼネコンが協力会社（専門工事業者）の技能者を育成する目的で設立された施設である。訓練校の運営は株式会社大林組が中心となっていて行っているが、各工種の講師となる人材は協力会社の中から選定している点が特長である（図 5-24(d) 参照）。

大林組林友会教育訓練校では、「広域団体認定訓練」（2 つ以上の都道府県に所在している会社等を対象に実施すること等が要件）に認定されており、経費等の助成を受けている。また厚生労働省の人材開発支援助成金の受給により運営費の一部を賄っている。訓練生を派遣する建設会社は、厚生労働省の人材開発支援助成金のうち、「人材育成支援コース」や「建設労働者技能認定訓練コース」^{5.13)}の助成を受けている。訓練生を派遣する会社側が助成金を申請すれば、費用負担はほとんど発生しない受講料設定としている。

研修カリキュラムは表 5-13 に示す通りであり、鉄筋工、型枠工、とび工それぞれの訓練コースに分かれており、学科として安全衛生管理や関連法令、リスクアセスメント等、実技として CAD での加工図等の作成や組立実習等を学ぶことができる。

上記の取り組みは、講師となる熟練技能者がいない会社と、教える相手（若手技能者）がいない会社でお互いの人的リソースが共有されることで、効率的かつ効果的に職業訓練を実施している事例と言える。ヒアリング調査からは、会社横断的な訓練の場（他社の講師から教育を受ける機会）によって訓練生の視野拡大に繋がるとの意見も挙がった。本事例のように講師人材の複数の会社で分担することができれば、前述した地域単位の職業訓練における特定企業への負担増加といった課題の解決にも繋がると考えられる。

表 5-13 研修カリキュラム（大林組林友会教育訓練校）

2024年度鉄筋コースカリキュラム（案） （5/14開講 31日間）				
2024年		延日	午前	午後
5月	13	月	（移動日）	
	14	火	1	現場リーダーのためのコミュニケーション講座 入校式・SDG s ワークショップ
	15	水	2	パソコン基本操作 ワード・エクセル基本/演習
	16	木	3	VR演習 VR演習
	17	金	4	CAD基本操作 CAD基本操作
	18	土	休 講 日	
	19	日	休 講 日	
	20	月	5	CAD基本操作 CAD基本操作
	21	火	6	CAD基本操作 CAD基本操作
	22	水	7	CAD応用 CAD応用
	23	木	8	安全体感教育 モックアップ実習（足場・鉄骨）
	24	金	9	リモート訓練演習 設計図の見るポイント（前）
	25	土	休 講 日	
	26	日	休 講 日	
	27	月	10	安全衛生管理 塗装施工概要
	28	火	11	作図実習：鉄筋納まり図 他 作図実習：鉄筋納まり図 他
	29	水	12	ｸﾚｰﾝの選定 玉掛け作業（学科講習）
	30	木	13	災害事例研究 作図実習：鉄筋納まり図 他
	31	金	14	iPad・Teams演習 設計図の見るポイント（後）
6月	1	土	休 講 日	
	2	日	休 講 日	
	3	月	15	リスクアセスメント 作図実習：鉄筋納まり図 他
	4	火	16	建築関係法令 作図実習：鉄筋納まり図 他
	5	水	17	技能士対策講座1（学科） 作図実習：鉄筋納まり図 他
	6	木	18	鉄筋の種類・識別について 作図実習：鉄筋納まり図 他
	7	金	19	作図実習：鉄筋納まり図 他 作図実習：鉄筋納まり図 他
	8	土	休 講 日	
	9	日	休 講 日	
	10	月	20	作業手順書の作成 作図実習：鉄筋納まり図 他
	11	火	21	技能士対策講座2（学科） 作図実習：鉄筋納まり図 他
	12	水	22	施工管理（職長の役割） 作図実習：鉄筋納まり図 他
	13	木	23	作図実習：鉄筋納まり図 他 作図実習：鉄筋納まり図 他
	14	金	24	作図実習：鉄筋納まり図 他 作図実習：鉄筋納まり図 他
	15	土	休 講 日	
	16	日	休 講 日	
	17	月	25	モックアップ実習事前学習 モックアップ実習事前学習
	18	火	26	モックアップ実習 モックアップ実習（終了後帰京）
	19	水	27	作図実習：鉄筋納まり図 他 作図実習：鉄筋納まり図 他
	20	木	28	現場実習（都内） 工場実習（都内）
	21	金	29	電炉工場実習 作図実習：鉄筋納まり図 他
	22	土	休 講 日	
	23	日	休 講 日	
	24	月	30	作図実習：鉄筋納まり図 他 作図実習：鉄筋納まり図 他
	25	火	31	作図実習：鉄筋納まり図 他 講習結果発表会
	26	水	移 動 日	

2024年度型枠コースカリキュラム（案） （10/16開講 31日間）				
2024年		延日	午前	午後
10月	15		（移動日）	
	16	水	1	現場リーダーのためのコミュニケーション講座 入校式・SDG s ワークショップ
	17	木	2	パソコン基本操作 CAD基本操作
	18	金	3	CAD基本操作 CAD基本操作
	19	土	休 講 日	
	20	日	休 講 日	
	21	月	4	CAD基本操作 CAD基本操作
	22	火	5	CAD応用 CAD応用
	23	水	6	CAD応用 CAD応用
	24	木	7	作図実習：納まり検討・セバビッチ割計画 作図実習：納まり検討・セバビッチ割計画
	25	金	8	作図実習：型枠・セバ割付図 作図実習：型枠・セバ割付図
	26	土	休 講 日	
	27	日	休 講 日	
	28	月	9	リモート操作実習（パソコン教育） 作図実習：型枠・セバ割付図
	29	火	10	学科：塗装施工概要 作図実習：型枠・セバ割付図
	30	水	11	学科：建築関係法令 作図実習：型枠・セバ割付図
	31	木	12	学科：施工管理（職長の役割） 作図実習：型枠・セバ割付図
11月	1	金	13	学科：安全衛生管理 作図実習：型枠・セバ割付図
	2	土	休 講 日	
	3	日	休 講 日	
	4	祝	休 講 日	
	5	火	14	作業手順書の作成 作図実習：型枠・セバ割付図
	6	水	15	ｸﾚｰﾝの選定 玉掛け作業（学科講習）
	7	木	16	災害事例研究 作図実習：型枠・セバ割付図
	8	金	17	リスクアセスメント 作図実習：型枠・セバ割付図
	9	土	休 講 日	
	10	日	休 講 日	
	11	月	18	学科：構造力学 iPad・Teams演習
	12	火	19	作図実習：型枠・セバ割付図 作図実習：型枠・セバ割付図
	13	水	20	安全体感教育 モックアップ実習（足場・鉄骨）
	14	木	21	ｸﾞﾙｰﾌﾞﾐｰﾃｨﾝｸﾞ グループミーティング・実技準備
	15	金	22	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	16	土	休 講 日	
	17	日	休 講 日	
	18	月	23	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	19	火	24	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	20	水	25	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	21	木	26	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	22	金	27	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	23	祝	休 講 日	
	24	日	休 講 日	
	25	月	28	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	26	火	29	現場実習（都内） 工場実習（都内）
	27	水	30	実技実習：型枠建て込み 実技実習：型枠建て込み
	28	木	31	実技実習：型枠建て込み 実技実習の総括・終了式
	29	金	移 動 日	

2024年度とびコースカリキュラム（案） （1/21開講 31日間）				
2025年		延日	午前	午後
1月	20	月	（移動日）	
	21	火	1	現場リーダーのためのコミュニケーション講座 入校式・SDG s ワークショップ
	22	水	2	外部足場組立実習 外部足場組立実習
	23	木	3	外部足場組立実習 外部足場組立実習
	24	金	4	外部足場組立実習 外部足場組立実習
	25	土	休 講 日	
	26	日	休 講 日	
	27	月	5	外部足場組立実習 外部足場組立実習
	28	火	6	外部足場組立実習、技術士対策講習（実技） 外部足場組立実習、技術士対策講習（実技）
	29	水	7	外部足場組立実習、技術士対策講習（実技） 外部足場組立実習、技術士対策講習（実技）
	30	木	8	外部足場組立実習（校外施設） 外部足場組立実習（校外施設）
	31	金	9	外部足場組立実習（校外施設） 外部足場組立実習（校外施設）
2月	1	土	休 講 日	
	2	日	休 講 日	
	3	月	10	パソコン基本操作 ワード・エクセル基本/演習
	4	火	11	学科：安全衛生管理 学科：建築施工概要
	5	水	12	CAD基本操作 CAD基本操作
	6	木	13	CAD基本操作 CAD基本操作
	7	金	14	CAD基本操作 CAD基本操作
	8	土	休 講 日	
	9	日	休 講 日	
	10	月	15	CAD応用 CAD応用
	11	祝	休 講 日	
	12	水	16	CAD応用 CAD応用
	13	木	17	ｸﾚｰﾝの選定 玉掛け作業について
	14	金	18	学科：建築関係法令 仮設計画演習1 フリーハンド
	15	土	休 講 日	
	16	日	休 講 日	
	17	月	19	学科：安全衛生管理 仮設計画演習1 フリーハンド
	18	火	20	技術士対策講座1（学科） 仮設計画演習2 Excel利用
	19	水	21	災害事例研究 仮設計画演習3 CAD利用
	20	木	22	学科：施工管理（職長の役割） 仮設計画演習3 CAD利用
	21	金	23	リスクアセスメント BIMの基本
	22	土	休 講 日	
	23	日	休 講 日	
	24	振替	休 講 日	
	25	火	24	技術士対策講座1（学科） 仮設計画演習4 BIM利用
	26	水	25	技術士対策講座2（学科） 仮設計画演習4 BIM利用
	27	木	26	学科：構造力学 iPad操作演習
	28	金	27	技術士対策講座3（学科） 作業手順書の作成
3月	1	土	休 講 日	
	2	日	休 講 日	
	3	月	28	タワークレーン組立実習 タワークレーン組立実習
	4	火	29	安全体感教育 モックアップ実習（足場・鉄骨）
	5	水	30	技術士対策講座4（学科） 仮設計画演習4 BIM利用
	6	木	31	現場実習（都内） 訓練成果発表会 終了域（対面リモート併用）
	7	金	移 動 日	

(5) 外部訓練施設を活用して職業訓練を実施する事例

事例 5 は全国の建設会社の技能者を対象とした教育訓練施設である。訓練校を運営する専門工事業団体（（公社）全国鉄筋工事業協会、（一社）日本型枠工事業協会、等）から工種毎に計 100 名程度（OB が中心）が講師として登録されており、コンクリート工の各工種の技能を一通り学ぶことができる基礎的な訓練コースの他、技能講習等の取得を目的としたコースまで幅広く設定されている。また、各社のニーズに合わせた訓練をオーダーメイドで実施することも可能である。

富士教育訓練センターは静岡県知事より職業訓練法人の認可を受けており、訓練施設の運営に係る費用の補助金を活用している。一方、訓練生を派遣する建設会社は、受講する訓練等に応じて厚生労働省の人材開発支援助成金^{5.13)}を活用でき、平均して発生費用の半額程度は賄うことができる。

富士教育訓練センターにて実施されている研修のうち、「多能工コース」の訓練カリキュラムを表 5-14 に示す。本コースでは、鉄筋、型枠、足場の各技能をそれぞれの工種の担当講師から学ぶ形式となっており、現場打ちコンクリート躯体工に係る一通りの技能を習得するとともに、技能講習の一部（玉掛け、丸のこ等）を取得することができる。研修では、訓練生 5～6 名の班で実際に小型のコンクリート構造物を一から製作する（図 5-25 参照）。

本施設の活用により、自社あるいは地域等单位で職業訓練が実施できない建設会社も、多能工の育成に必要な研修・訓練を受けることができる。一方、工事の端境期（4～6 月）には全国から訓練生が集まるため訓練の枠が取りづらいこと、また遠方から訓練生を派遣する際の移動費等、育成経費の増加に繋がる場合があること等が課題となる。

表 5-14 研修カリキュラム（富士教育訓練センター・多能工コース）

科目	内容	時限
1 安全衛生	①社会人の責任と義務 ②挨拶と集団行動 ③KYトレーニング ④全体の演習・まとめ	20h
2 土木概論	①土木概論 ②地質と土工 ③コンクリート ④構造物・環境	8h
3 設計書の見方	①設計図の種類と役割 ②設計図の構成 ③設計図書	24h
4 測量	①概要 ②水準測量 ③多角測量 ④丁張り	24h
5 鉄筋施工法	①鉄筋の規格 ②かぶり・継手・定着 ③配筋実習	24h
6 型枠施工法	①型枠の材料 ②施工図と加工図 ③型枠実習	24h
7 工事演習	①鉄筋・型枠総合工事演習	24h
8 仮設施工法	①仮設概要 ②足場の種類 ③足場実習	40h
9 安全衛生作業法	①玉掛け ②小型移動式クレーン ③丸のこ ④高所作業車 ⑤足場 ⑥フルハーネス	88h
		274h



図 5-25 多能工コースの実習の様子と製作構造物例

(6) まとめ

現場打ちコンクリート躯体工に係る職業訓練の実施事例を調査し、実施方法の違いから効果と課題を整理した結果を表 5-15 にまとめる。自社で企業内訓練校として職業訓練を行うことで、求められる技能を身に付けるための研修・訓練内容を柔軟に決定できる。一方、企業内訓練校の形式で職業訓練を実施し多能工を育成するためには、訓練計画の作成、複数工種の技能を教える講師人材の確保、訓練生の継続的な確保等を全て自社で行う必要がある。1 社単独での多能工育成が難しい場合には、地域単位等の複数社で人的リソース等を共有した職業訓練の実施や社外訓練施設の活用により、訓練を実施する建設会社へかかる負担の軽減に繋がると思われる。ただし、複数の建設会社を対象とした一般的な訓練カリキュラムとなるため、必ずしも自社の要求を全て満たす訓練内容とはならない可能性もある。

表 5-15 職業訓練の実施方法の違いによる効果と課題

	1社単独で職業訓練を実施する場合	複数社合同で職業訓練を実施する場合	外部訓練施設を活用する場合
効果	■ 企業内訓練校で、<u>自社の技能者に求められる技量・能力にフォーカスした訓練を柔軟に実施可能</u>である ■ 訓練校があることで、学生が安心して入職できるようになる	■ 人材等リソースの共有により、<u>講師となる人材がいない建設会社の技能者も訓練・研修等を受けられる</u> ■ 他社の講師から教育を受ける機会により訓練生の視野拡大に繋がる場合がある	■ <u>自社あるいは地域等単位で職業訓練が実施できない場合でも、必要な訓練・研修等を受けられる</u>
課題	■ 職業訓練校を運営する上で、<u>講師及び訓練生の両方を自社で継続的に確保する必要がある</u>	■ 実施方法によっては<u>特定の建設会社への負担が増加</u>する場合がある ■ 地域の実情（地域各社の技能者数、訓練内容ニーズ等）を踏まえた訓練計画の策定が必要である	■ <u>工事の端境期（4～6月）は全国から訓練生が集まるため、枠が取りづらい</u> ■ 遠方から訓練生を派遣する場合に、<u>育成に係る諸費用（移動・宿泊費）が増加</u>する

5.5.3 検討結果まとめ

多能工を直庸する建設会社における育成事例では、建設現場の OJT のみならず、研修・勉強会等の OFF-JT も計画的に実施されており、研修カリキュラムの作成やキャリアパスの明確化により、自社に求められる技能者育成を着実に実施する仕組みが確立されていた。中小建設企業等が多能工を直庸し育成するためには、まずは求められる技能等を踏まえた育成計画・方法等を検討する必要があるが、各社が育成計画・方法等を検討する際の参考情報となるよう、先進事例を収集し水平展開することが重要となる。また、OJT 型指導のみならず OFF-JT も組み合わせて効果的に育成するためには、現場作業以外の OFF-JT に充てる時間をいかに確保するかが課題となる。

第 3 章で述べたように、スイスの場合には、デュアルシステムによる職業教育訓練で、多くの技能者が企業内の OJT と外部育成機関での技能訓練を並行して受けることができるが、我が国では職業訓練の実施機関は少なく、訓練を受けられる技能者は限られている。またスイスでは、政令に基づいて受入れ企業や企業間訓練センターが行う訓練項目・期間が設定されるが、我が国では各企業や職業訓練校が個別に訓練項目を設定しており、両者で違いが見られた。

第5章 参考文献

- 5.1) 橋本麻未, 小澤一雅: 建設業界における重層下請構造の現状と課題, 第32回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp.83-86, 2014.
- 5.2) 国土交通省: 中央建設業審議会・社会資本整備審議会産業分科会建設部会 基本問題小委員会 中間とりまとめ, 2016.6.
<https://www.mlit.go.jp/common/001222312.pdf>
- 5.3) 独立行政法人労働政策研究・研修機構: 建設業人材育成推進研究会報告書について, 1998.6.
- 5.4) 国土交通省: マルチクラフターの育成・活用事例集
<https://www.mlit.go.jp/common/001175580.pdf>
- 5.5) 蟹澤宏剛, 遠藤和義, 木村義彦: RC 躯体工事における多能工導入事例の生産特性, 日本建築学会計画論文集, No.565, pp.293-299, 2003.
- 5.6) 松村千裕, 蟹澤宏剛, 番尚雄, 村山正丞, 謝子茜, 高木星子: 多能工の生産性に関する研究, 第36回建築生産シンポジウム, pp.23-28, 2021.
- 5.7) 大野実拓, 蟹澤宏剛, 金澤花: リフォームにおける多能工の可能性に関する調査・研究, 第38回建築生産シンポジウム, pp.57-62, 2023.
- 5.8) 一般財団法人建設業振興基金: 建設業における多能工推進セミナー 蟹澤宏剛氏講演資料
- 5.9) 関健太郎, 山口悟司, 壽田健一: 工事日報入力システムの試行について, 第2回「i-Constructionの推進に関するシンポジウム」発表論文集, 2020.
- 5.10) 株式会社労働調査会: 厚生労働省職業安定局調査委託 建設業における雇用管理現状把握実態調査報告書(令和6年度調査), 2025.2.
- 5.11) 国土交通省大臣官房技術調査課: 第三次・担い手3法について～品確法等の改正について～, 2025.6.
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001860584.pdf>
- 5.12) 株式会社フクザワコーポレーション HP
<https://www.fukuzawa.co.jp/sysdev.htm#sys1>
- 5.13) 厚生労働省 HP: 事業主の方のための雇用関係助成金－人材開発支援助成金,
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/kyufukin/d01-1.html
- 5.14) 木村保茂: 認定職業訓練校の教育訓練活動に関するアンケート調査, 開発論集, vol.112, pp.145-164, 2023.9.

第6章 リソースマネジメントによる生産性向上手法の検討

6.1 リソースマネジメント概要

6.1.1 生産性向上とリソースマネジメント

「リソースマネジメント」とは、プロジェクトを成功させるために必要なリソース（ヒト、モノ、カネ、時間など）を適切に配分し、効率的に管理する手法のことである。建設現場に当てはめた場合、工事を完了するために必要なリソースとして、特にヒト（技能者、技術者等）とモノ（資機材）が挙げられる。

本共同研究で対象とした生産性向上に資する技術（定置式水平ジブクレーン、システム型枠、建設用 3D プリンタ）の導入により、工種レベルあるいはより小さい単位での工程短縮効果が期待される。しかし、上記の技術を導入した工程の前後で適切なリソースの配分（技能者の配置、機材の手配等）ができなければ、工程短縮された分が手待ち時間となり、工事全体としての工期短縮・生産性向上に繋がらない（図 6-1 参照）。国土交通省では、これまで ICT 施工による作業の効率化（工種単位）を中心に取組んできたものを、ICT 活用で得られたデータを分析して工事全体の生産性向上を目指す「ICT 施工 Stage II」の概念を提唱している^{6.1)}（図 6-2 参照）。工事全体の生産性向上の実現のため、データ活用による「施工段取りの最適化」、「ボトルネック把握・改善」、「進捗状況等把握による予実管理」等の取組を推進する必要があることから、「データ活用による現場マネジメントに関する実施要領（案）」が作成・公表された。実施要領では「データ活用による現場マネジメントの実施に当たっては、施工計画段階及び施工段階で、各種作業の作業手順、作業時間、クリティカルパスなどを見える化し、適切なリソースマネジメントを実施するものとする」と記載されている^{6.2)}。

建設現場の抜本的な生産性向上を実現するためには、単に新技術等を導入するだけでなく、リソースマネジメントとセットで考えて全体最適化を目指すことが重要といえる。

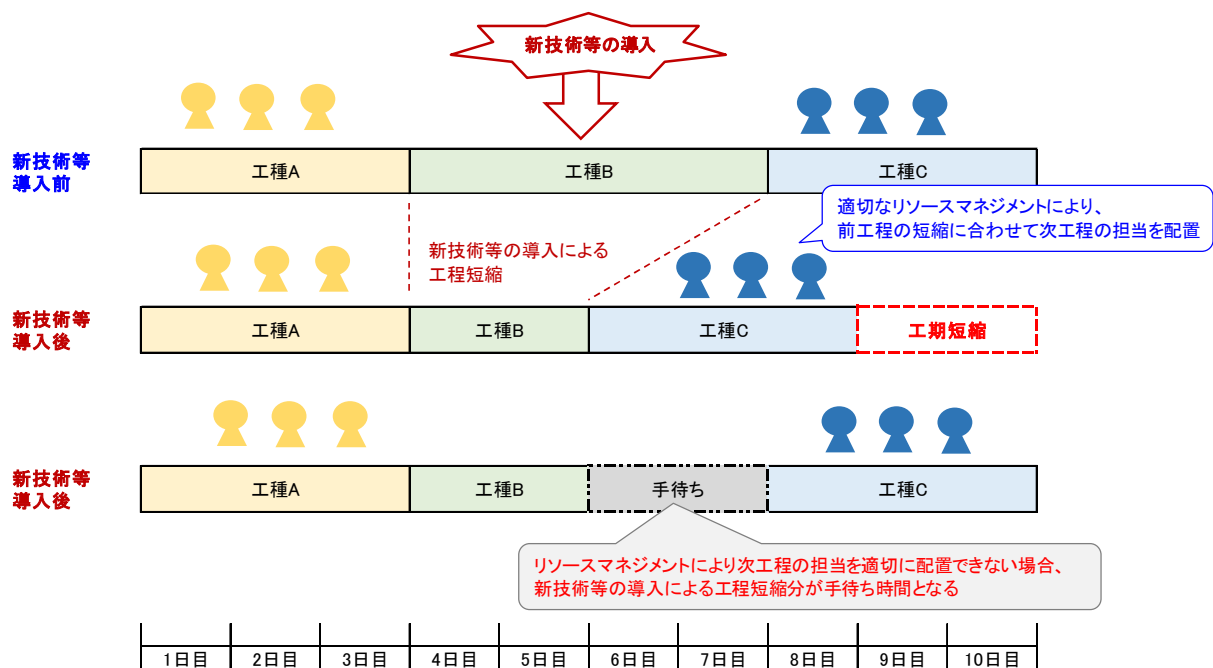


図 6-1 工種レベルでの工程短縮効果と工事全体の工期短縮

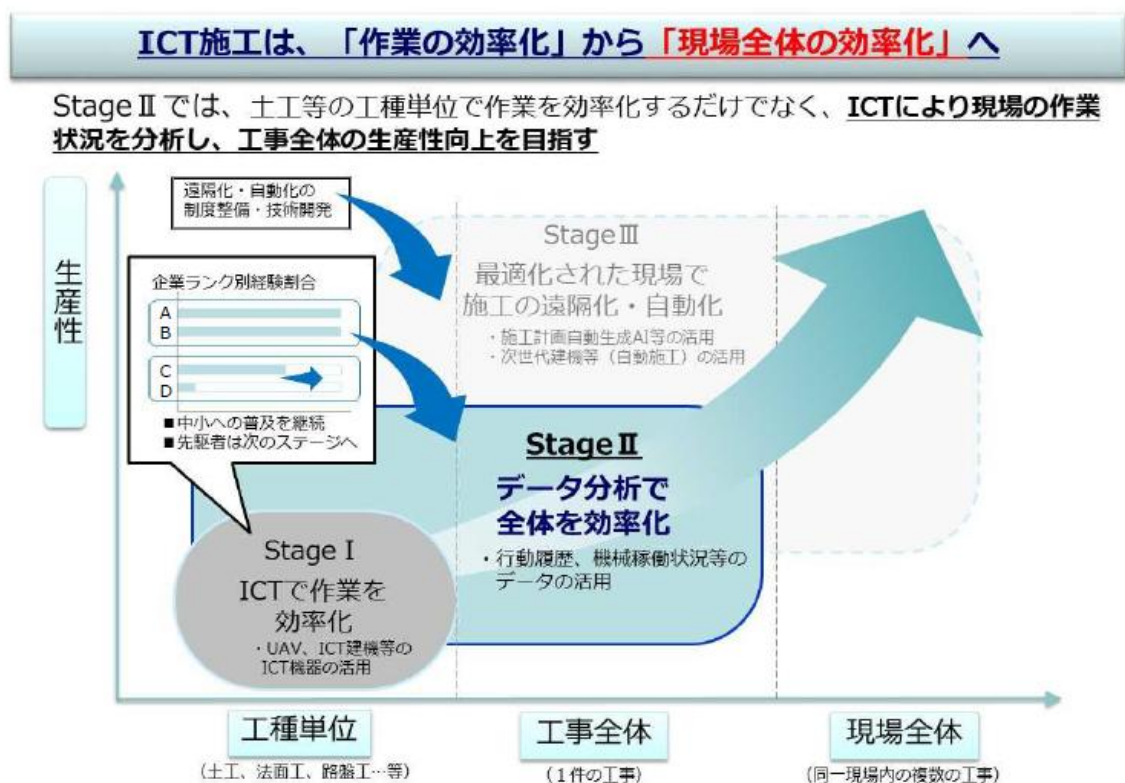


図 6-2 「ICT 施工 Stage II」の概念^{6.1)}

6.1.2 リソースマネジメントにおける工程管理

(1) 工程管理の重要性

工程管理は、工事を実施・遂行するために最も重要な要素の一つである。大前提として工事は工期内に完成させなければならず、完成に向けて必要な作業日数と順序を計画し、その進捗を日々管理・調整することで確実に工期内に工事完成することが工程管理の目的である。また工事経営の観点からは、最小の費用で最大の生産をあげるため、全工程を通じて工事を管理することが必要となる。そのため、工程の計画を立て、実施工程表を作成し、工程表に基づいた工程管理を行うこととなる^{6.3)}。

工程計画・工程表の作成に当たっては、機械・労務・材料の各リソースを考慮する必要があり、建設機械の選定、労務者及び資材の供給予想を踏まえて計画することが求められる。また工事期間中の工程管理においても、各作業の進捗や残作業と各リソースの状況等を対応させ、適切にリソースを配分することが重要となる。すなわちリソースマネジメントと工程管理は密接に関係しており、適切なリソースマネジメントを行うためのツールの一つとして工程表がある。

(2) 工程表の種類

工事工程を管理し、適切なリソース配分を行うために必要となる実施工程表は、工程を計画し管理する作成者自身が、その工事の内容・規模・条件・目的等に応じて合理的で有効的に活用できるものでなければならない。土木工事では主に以下に示す2種類の工程表が用いられ、単純な工事については横棒式工程表（バーチャート工程表）、組合せ工種が多い工事についてはネットワーク工程表が選択される場合が多い^{6.4)}。

A) 横棒式工程表（バーチャート工程表）

縦軸に作業項目、横軸に作業日数を記載し、各作業を日時で管理する工程表となる。作成が簡単であり、日付ベースで工程が確認できることから、日常の現場管理に向いている。工種間の重複や競合が視覚的に把握可能で、工程変更・修正が容易な利点がある。一方で、作業間の依存関係がわかりにくく、クリティカルパスや遅延分析は把握しにくい欠点がある。

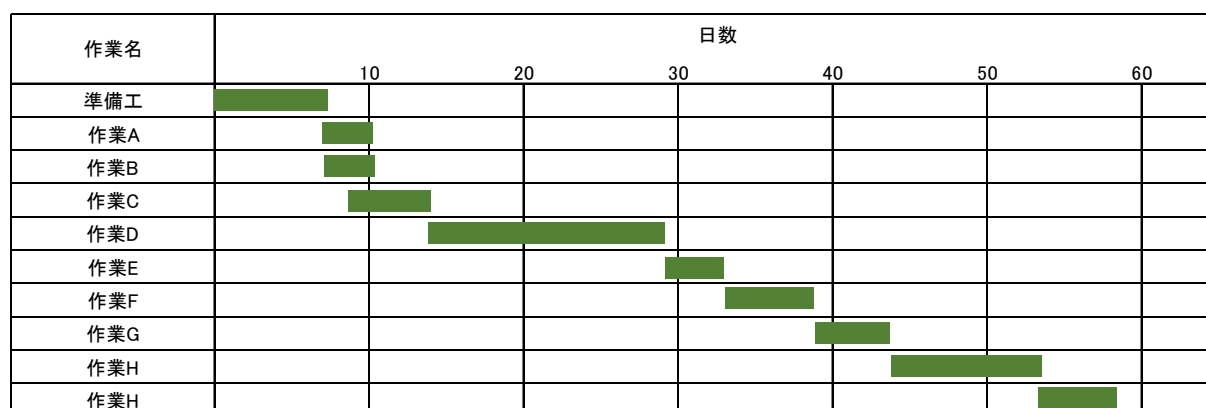


図 6-3 バーチャート工程表のイメージ

B) ネットワーク工程表

各作業をノード（丸・四角）で表し、矢印で先行・後続関係を示す工程表となる。工程期間や依存関係を数学的に分析可能であり、クリティカルパスや効率的な工期短縮策の検討に有効である。大規模・複雑工事での全体工程管理に最適な手法となる。但し、各作業の進捗状況把握には不向きであること、作成が難しく所定の専門知識が必要となる。

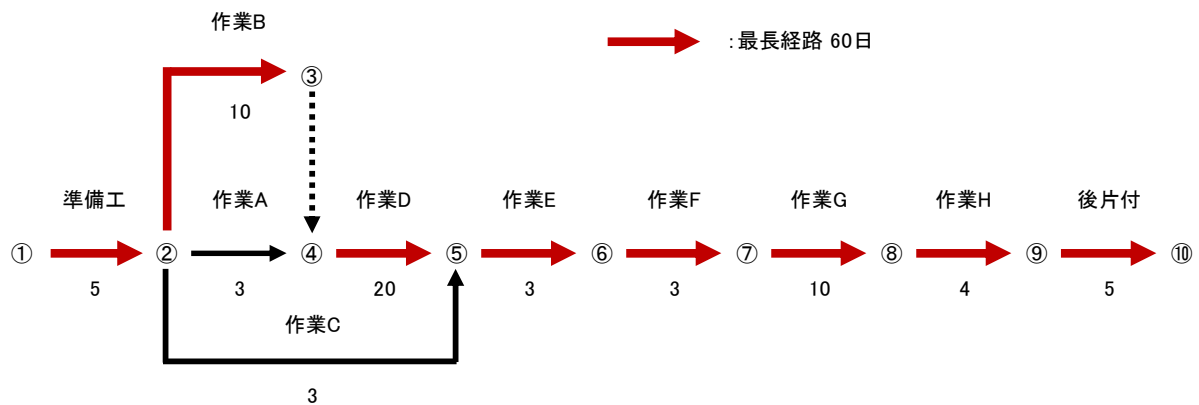


図 6-4 ネットワーク式工程表のイメージ

（３）工程表の活用状況・工程管理の実施状況

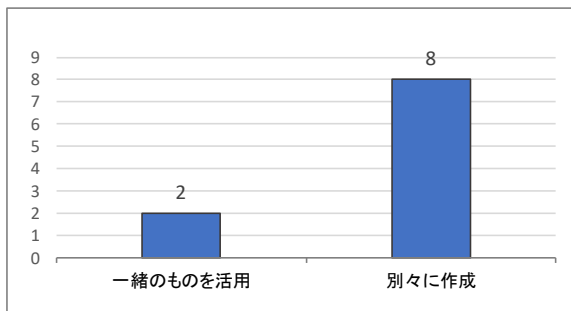
各工程表には特徴やメリット・デメリットがあり、工事内容に応じて適切な工程表を選択することが重要である。また工程表だけでなく工程管理のやり方そのものについても、工程管理の目的と自社の状況（工事内容、社員数等）を踏まえて決める必要がある。

建設会社の工程表の活用状況、及び工程管理の実施状況を概観することを目的に、共同研究者（10 者）を対象にアンケート調査を行った。その結果を以下に示す。

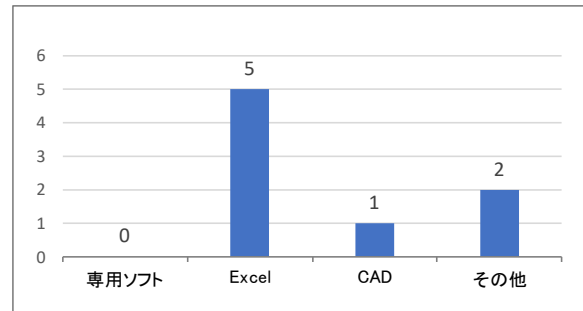
A) 工程表の種類・使用ソフト

図 6-5 に示すように、工事発注者へ提出する工程表と、自社での管理用に活用する工程表は分けて作成している場合が多い。発注者へ提出する工程表は Excel で作成しているが、自社での管理用に活用する工程表は専用ソフト（デキスパート、工程's、等）にて作成しているとの回答が多い。自社での管理用に活用する工程表はバーチャート工程表を選択している会社が多いが、バーチャート工程表とネットワーク工程表を併用している例も一定数見られた。

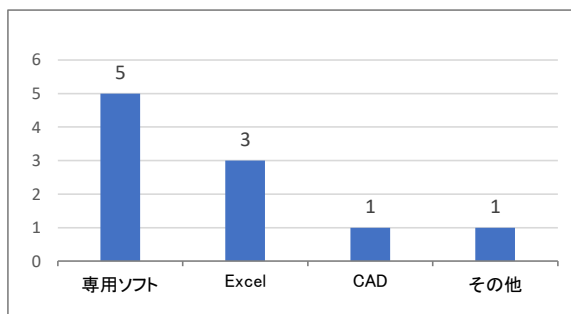
Q1. 発注者へ提出する工程表と自社で活用する工程表を分けて作成していますか。



Q2. 発注者へ提出する工程表を作成するソフトを教えてください。



Q3. 自社での管理用に活用する工程表を作成するソフトを教えてください。



Q4. 自社での管理用に使用している工程表の種類を教えてください。

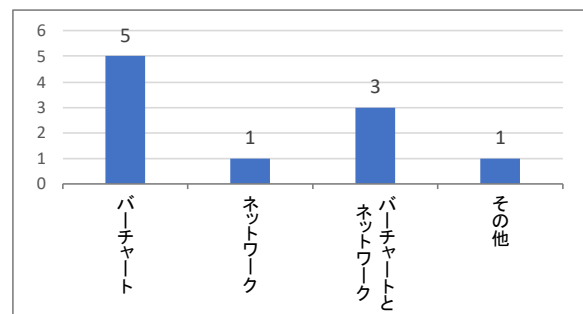
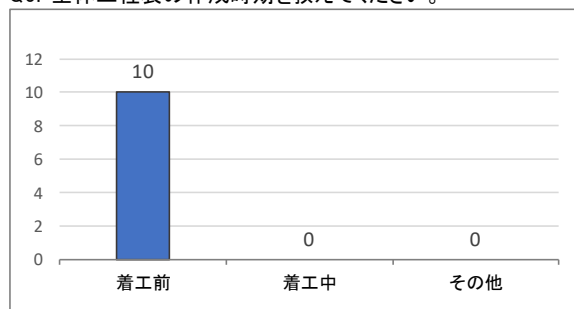


図 6-5 工程表の種類・使用ソフト

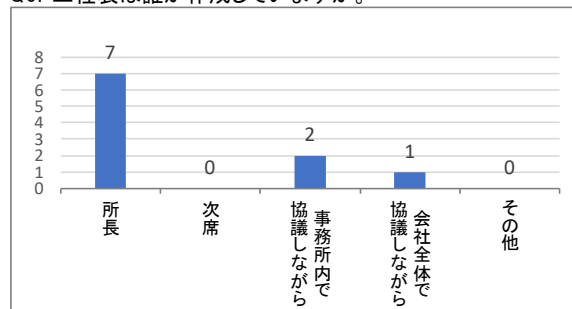
B) 工程表の作成・活用

工程表の作成・活用に関する回答を図6-6に示す。全社、全体工程表は工事着手前に作成するとの回答であり、現場所長が作成している会社が多い。全体工程表は工事工種体系ツリー^{6.5)}という種別レベルや細別レベルで作成されている。また作成された全体工程表は、工事途中でも活用している会社が多い。

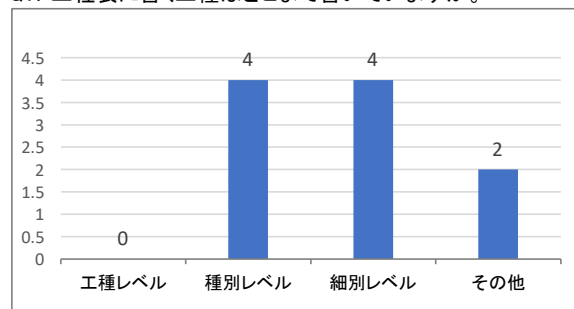
Q5. 全体工程表の作成時期を教えてください。



Q6. 工程表は誰が作成していますか。



Q7. 工程表に書く工種はどこまで書いていますか。



Q8. 全体工程表は工事途中でも使用していますか。

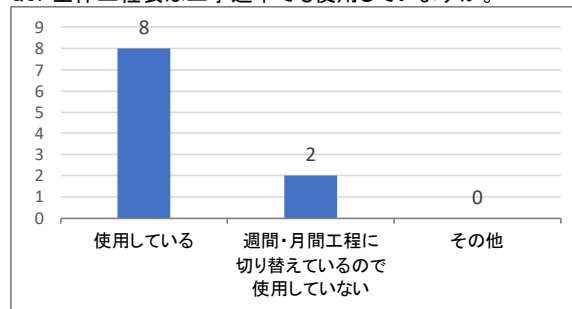
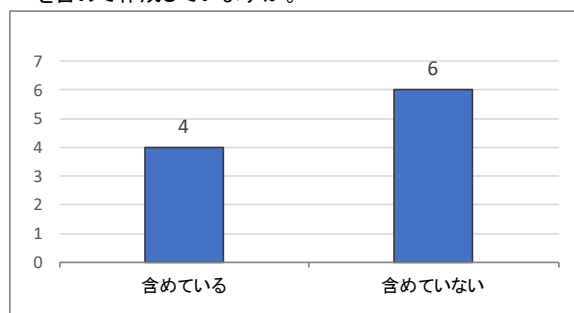


図 6-6 工程表の作成・活用

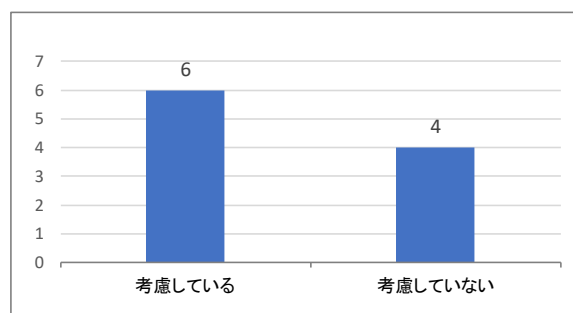
C) 工程表の調整

図 6-7 に示すように、各工程に天候等の不確実性を考慮するか、またリソースを考慮するかは回答が分かれる結果となった。リソースを考慮する場合、毎週リソースを調整して全体工程に反映させている会社が多い。

Q9. 各工程に天候などの不確実性を考慮した余裕を含めて作成していますか。



Q10. 工程作成時にリソースを考慮して作成していますか。



Q11. リソースの調整頻度を教えてください。

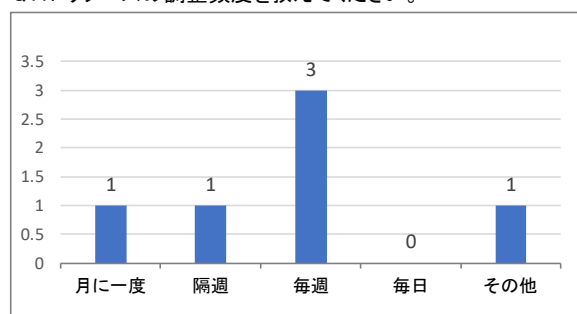
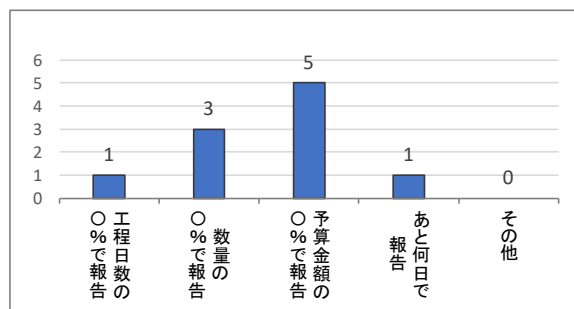


図 6-7 工程表の調整

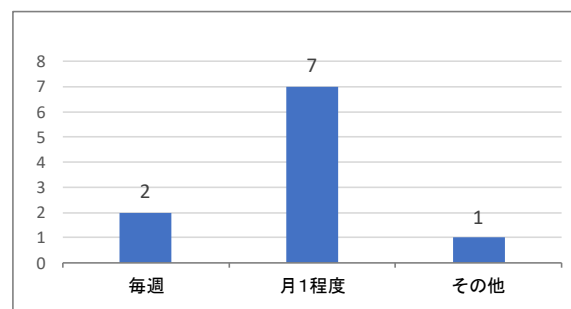
D) 進捗管理方法

各社の進捗管理方法について図 6-8 に示す。工程進捗の管理として、日数で管理する場合と、数量や金額で管理する場合どちらも確認された。より細かい時間単位で管理する場合は見られなかった。進捗報告は月 1 回の頻度で実施している会社が多く、また進捗は協力会社を含め共有されている。

Q12. 進捗管理方法を教えてください。



Q13. 進捗報告をどのタイミングで行っていますか。



Q14. 進捗管理において協力会社と共有していますか。

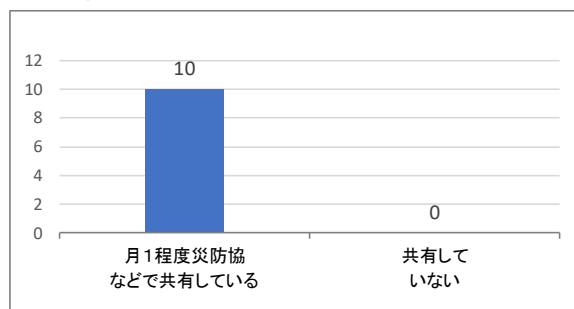
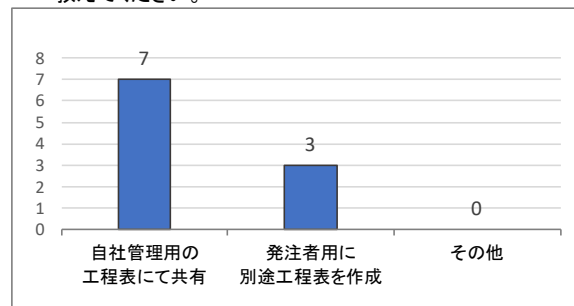


図 6-8 進捗管理方法

E) 発注者との工程・進捗共有

図 6-9 に示すように、発注者との工程・進捗共有においては、自社管理用の工程表を用いている場合が多いが、進捗共有用に別途工程表を作成している会社も見られた。

Q15. 発注者との工程・進捗の共有方法について教えてください。



Q16. 発注者用の工程表の作成方法について教えてください。

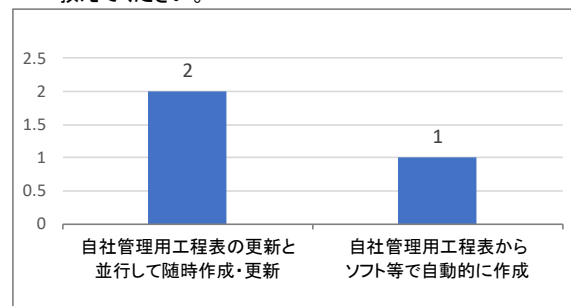


図 6-9 発注者との工程・進捗共有

6.1.3 全体最適化のためのリソースマネジメント手法

(1) 全体最適化の目的

抜本的な生産性向上の実現には、全体最適化を目指したリソースマネジメントが必要である。工事受注者の経営の観点からは、以下に例示する問題・課題の解決のために、一工事のみならず複数工事を含めた全体最適の視点が重要となる。

- イ) 図6-1 に示すような工種間の手待ち時間が発生した場合、現場が止まるにも関わらず発生する費用（現場代理人・監理技術者給与、機械・車両代、現場事務所費用等）により元請会社の負担が増加し、下請会社へのしわ寄せに繋がる可能性がある。
- ロ) ある工事で工期短縮が実現されない、もしくは工期遅延が発生した場合、次に配置を予定していた工事に代替りの技術者を配置する必要がある。その際に技術者が不足していると代替りの技術者を配置することができず、別工事の受注機会を喪失し、売上低下に繋がる可能性がある。
- ハ) ある工事の完了から次工事の着手までに時間が空いてしまうと、次工事に予定していた下請会社が他の工事に行ってしまう、さらに工事着手が遅れる可能性がある。
- ニ) リソースの共有がなされない場合、図6-10 に示すように自社機械の有効活用がなされず、外注コストの増加に繋がる可能性がある。

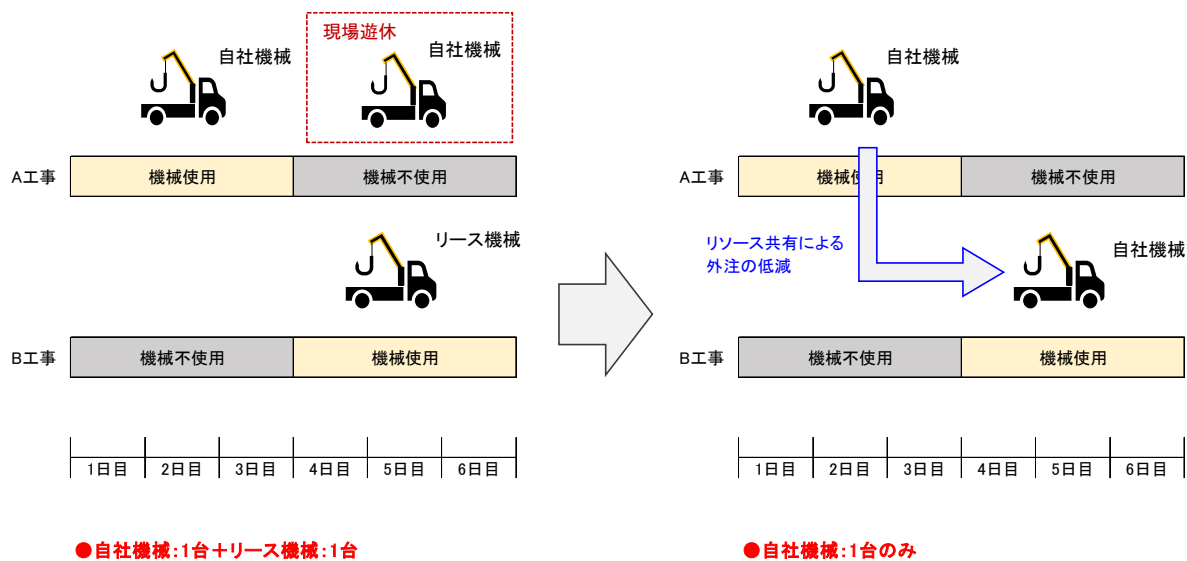


図 6-10 リソースによる外注低減のイメージ

(2) リソースマネジメントにおける重要な要素

全体最適化に向けたリソースマネジメントを実施するに当たり、以下の3つの重要な要素がある

- ① ボトルネック（クリティカルパス）の把握・改善
- ② リソースを考慮した工程策定
- ③ クリティカルパスの隣接工程を考慮したマネジメント

A) ボトルネック（クリティカルパス）の把握・改善

ボトルネックとは、業務や生産プロセスにおいて、全体の生産性を制約する最も処理能力の低い工程を指す。ボトルネックが存在すると、他の工程がどれだけ効率的に動いても、全体の生産性は向上しない。ボトルネックを改善すると、生産性の向上やリードタイム短縮、キャッシュフローの健全化、現場スタッフの負担軽減等につながる。ボトルネックを改善するマネジメント手法の代表的なものに、イスラエルの物理学者エリヤフ・ゴールドラット博士によって開発された「つながり（依存関係：Dependency）」と「ばらつき（変動性：Variability）」のある組織では必ずそのアウトプットを決定する「制約（ボトルネック）」が存在し、制約に集中してマネジメントすることでアウトプットを短期的・飛躍的に向上することが可能であるとする「TOC（Theory Of Constraints：制約理論）」がある^{6.6)}。

工程計画（施工期間の策定）におけるボトルネックは「クリティカルパス」に該当する。クリティカルパスとは、プロジェクトを完了するために必要な作業のうち、最も所要時間が長い一連の経路を指す。この経路上のタスクを改善することが施工期間の短縮に直結し、逆に非クリティカルパス上の作業をどれだけ改善しても、施工期間に直接影響しない（図6-11 参照）。よって、工事工程上のクリティカルパスを正確に把握することが重要である。

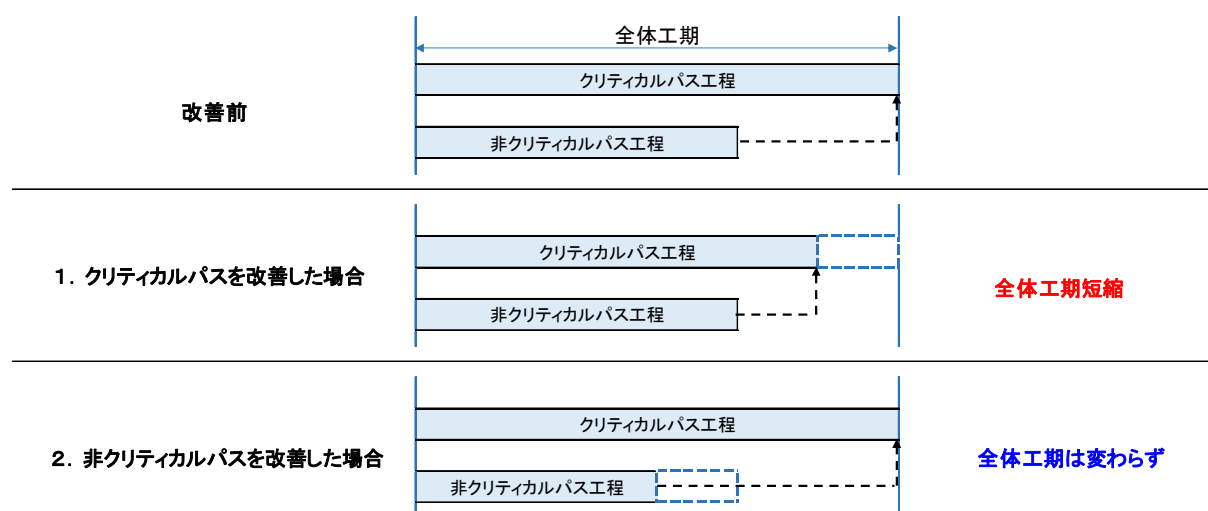


図 6-11 クリティカルパス・非クリティカルパスの改善と全体工期への影響

B) リソースを考慮した工程策定

工程計画を策定する場合、リソースを考慮する必要がある。例えばある技術者が同じ時期の工程に配置されている場合、その工程は実現不可能となり（図6-12 参照）、作成した工程表、及び工程表上に現れるクリティカルパスは絵に描いた餅となる。クリティカルパスを正確に把握するためには、工程策定段階でリソースの状況を考慮する必要がある。またリソースの活用にあたっては、図6-12に示したリソース競合を避けるだけでなく、全体工程を踏まえてリソースを配分すること、リソースに過不足が無いことが重要である。そのためには、社内リソース（技術者、直庸技能者、自社保有機材等）及び社外リソース（下請技能者、リース機材等）の状況を単一現

場のみならず複数現場で把握し共有することが求められる。全体工程を踏まえず単にリソース競争を避けることを考えた場合、図に示すようにクリティカルパス工程が長期化し、全体工期が長期化する可能性がある。この長期化したクリティカルパス工程が真のクリティカルパスであり、「クリティカルチェーン」と呼ばれる。

考慮しなければならないリソースの内容は、会社規模や工事内容等により異なる。下請施工を主とする大手建設会社等にとってのリソースは、リース機械、下請の労務、購入材料等である。一方で直営施工を行う建設会社にとっては、自社保有機械、社員従業員、購入材料等がリソースとなり、特に機械及び労務のリソースが全く異なることに留意する必要がある。

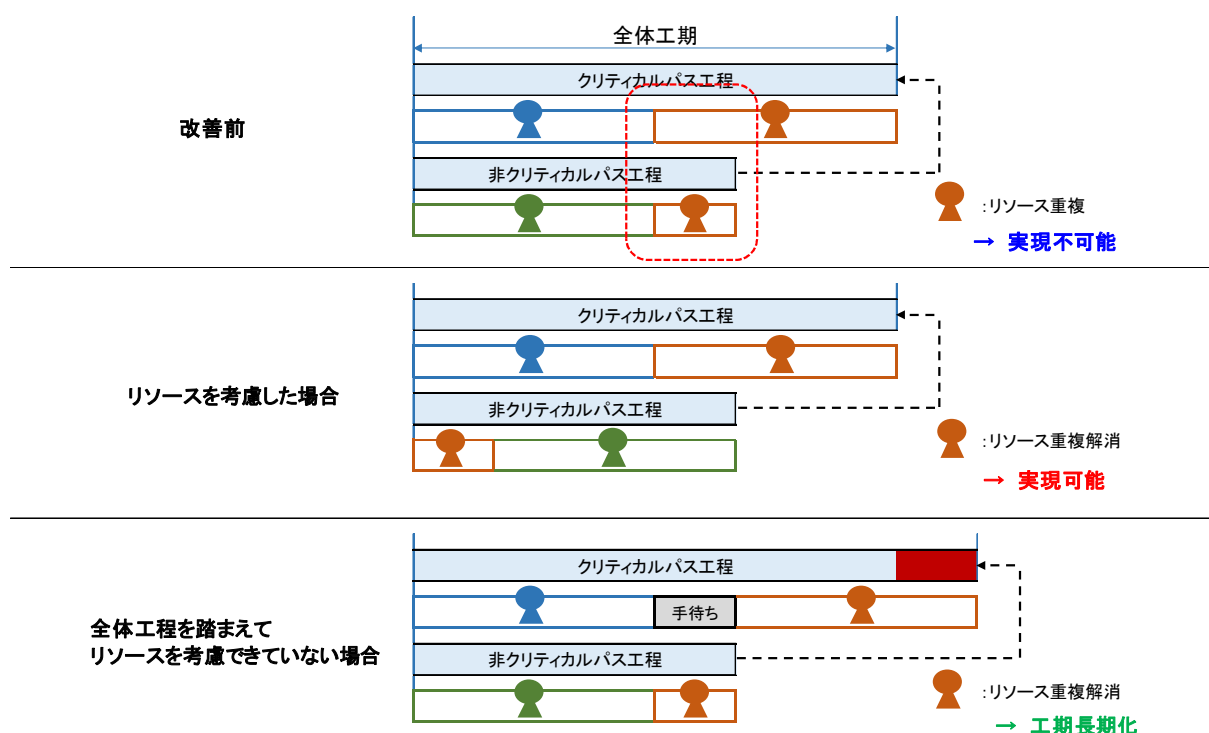


図 6-12 リソース重複のイメージ

C) クリティカルパスの隣接工程を考慮したマネジメント

工事工程のクリティカルパスは、一つの経路に固定される訳ではなく、工事進捗に応じて変化するものである。例えば図 6-13 に示すように、生産性向上を目指してクリティカルパス上の日数を短縮すると、あるタイミングで非クリティカルパスがクリティカルパスになる場合がある。あるいは非クリティカルパスに遅延が発生した場合に、非クリティカルパスがクリティカルパスに変化し、全体工期の遅延に繋がる可能性もある。したがって、クリティカルパスを把握するだけでなく隣接工程も考慮したマネジメントを行う必要があり、特にクリティカルパスと非クリティカルパスの差分、余裕日数を考慮することが重要となる。



図 6-13 クリティカルパスの隣接工程による影響

6.2 リソースマネジメントの実施事例

前節までに全体最適化に向けたリソースマネジメントについて述べたが、具体的実施方法は会社規模や工事内容、リソース保有状況（技能者直庸、保有機械）、下請状況等により異なり、自社の状況等を踏まえて適切な方法を選択することが重要である。

本節では、建設会社が全体最適化に向けたリソースマネジメントを行うために参考となる情報を得ることを目的に、受注規模や施工形態（直営施工、外注施工）等が異なる複数社の実施事例を調査し、内容（使用している工程表、リソース管理方法等）を整理する。

6.2.1 実施事例調査の対象

調査対象会社2社（共同研究者）の概要を表6-1に示す。

表 6-1 調査対象会社の概要

会社名	株式会社砂子組	株式会社フクザワコーポレーション
本店所在地	北海道空知郡奈井江町	長野県飯山市
創業	昭和21年9月	昭和10年4月
等級 ^{※1}	B	C
資本金	88,000（千円）	100,000（千円）
事業内容	総合建設業（土木・建築等） 石炭採掘販売	総合建設業（土木・建築等） 建設業ソフトウェアの開発・販売
主な受注先	国土交通省、北海道	国土交通省、長野県
売上高	20,475,019（千円） ^{※2}	3,252,102（千円） ^{※3}
技術者数	110名	35名（役員含む）
技能者数	—	50名
施工形態	外注施工	直営施工（一部は外注）
建設機械保有状況	・バックホウ ・ブルドーザ ・タイヤショベル	・バックホウ ・ラフテレーンクレーン、クローラクレーン ・クレーン付トラック ・ダンプトラック、トレーラー ・高所作業車 ・フォークリフト ・舗装用機械（振動ローラ、タイヤローラ等） ・除雪機械（除雪ドーザ、ロータリ除雪車等）

※1：国土交通省・一般土木工事の等級区分

※2：経営規模等評価結果通知書 総合評価通知書（審査基準日：令和7年3月31日）

※3：経営規模等評価結果通知書 総合評価通知書（審査基準日：令和6年6月30日）

株式会社砂子組は、110名の技術者を抱えており、北海道全域を対象に元請として工事を受注している。自社は施工管理を中心とし、下請の専門工事業者が施工を担う外注施工が主である。また自社では建設機械をほとんど保有しておらず、下請会社が保有する機械やリース機械を活用している。

株式会社フクザワコーポレーションは、長野県長野市と飯山市を中心に元請として工事を受注している。直庸社員の技能者が約50名おり、自社で土工や型枠工、足場支保工、コンクリート工等を施工している。また建設機械についても、バックホウやクレーン等の主要な機械を複数台保

有している。

6.2.2 調査項目

会社規模や施工形態等が異なる前述の対象 2 社に対して、以下の項目についてヒアリングによる調査・整理を行った。

■工程管理に関する事項

- ① 使用している工程表の種類・ソフト、工程表の作成者・更新者
- ② 工程表とリソースの対応
- ③ 工程遅延、手待ち発生を抑制するために工夫している点

■リソース配分に関する事項

- ① 複数工事間のリソースマネジメント方法
- ② リソース配分を決める際に重視する点
- ③ リソースの過不足を抑制するために工夫している点

6.2.3 実施事例の調査結果

(1) 株式会社砂子組の事例

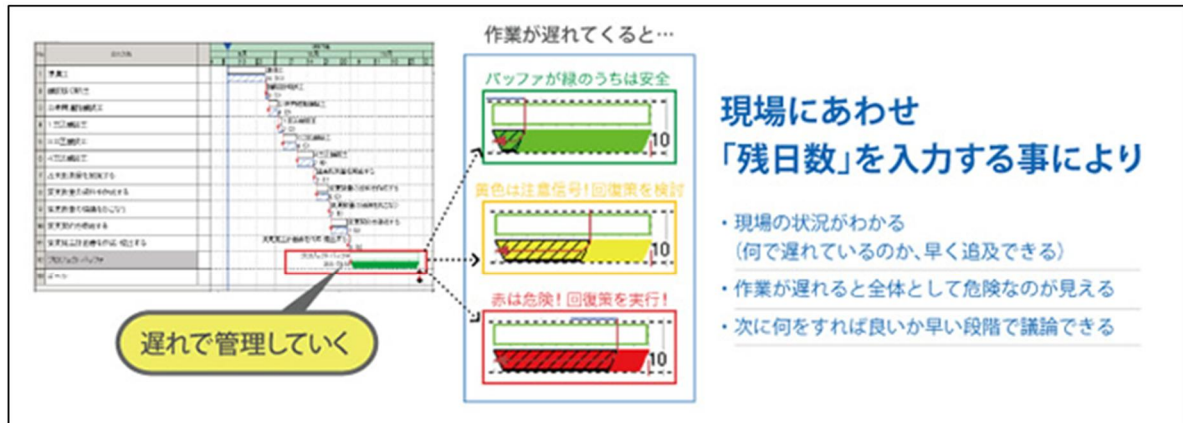
A) 使用している工程表の種類・ソフト、工程表の作成者・更新者

全ての工事において、図 6-4 に例示する「ネットワーク工程表」を作成し、管理している。ネットワーク型工程表で管理することでクリティカルパスを把握し工程遅延を防止するとともに、優先すべき作業等を把握することで全体最適（工期短縮、利益拡大）の視点で適切なリソース配分を行うことを目的としている。

ネットワーク型工程表の作成・管理には、株式会社ビーイングの工程管理型マネジメントシステム「BeingProject-CCPM」^{6.7)} を活用している。本ソフトは後述する CCPM（Critical Chain Project Management）手法に対応したものであり、各工程から取り除いた安全余裕を集約した「バッファ」の残量を確認することで、進捗状況をひと目で把握できるとともに、工程遅延防止に向けた早期の対策検討にも繋がる（図 6-14 参照）。また積算データや情報共有システム等の他システムとも連携している。

工程表の作成・更新等の作業は、監理技術者や現場代理人等が事務所に集まって協議しながら実施している。

＜バッファマネジメント＞



＜傾向グラフ＞

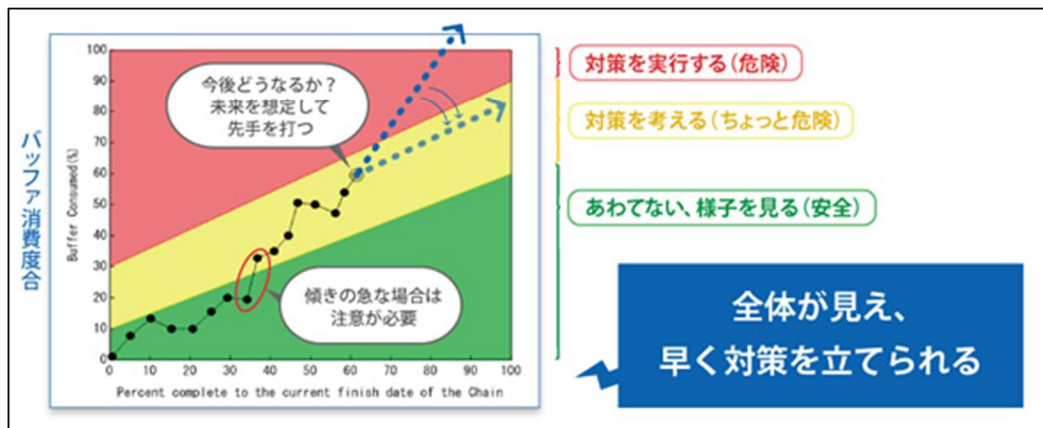
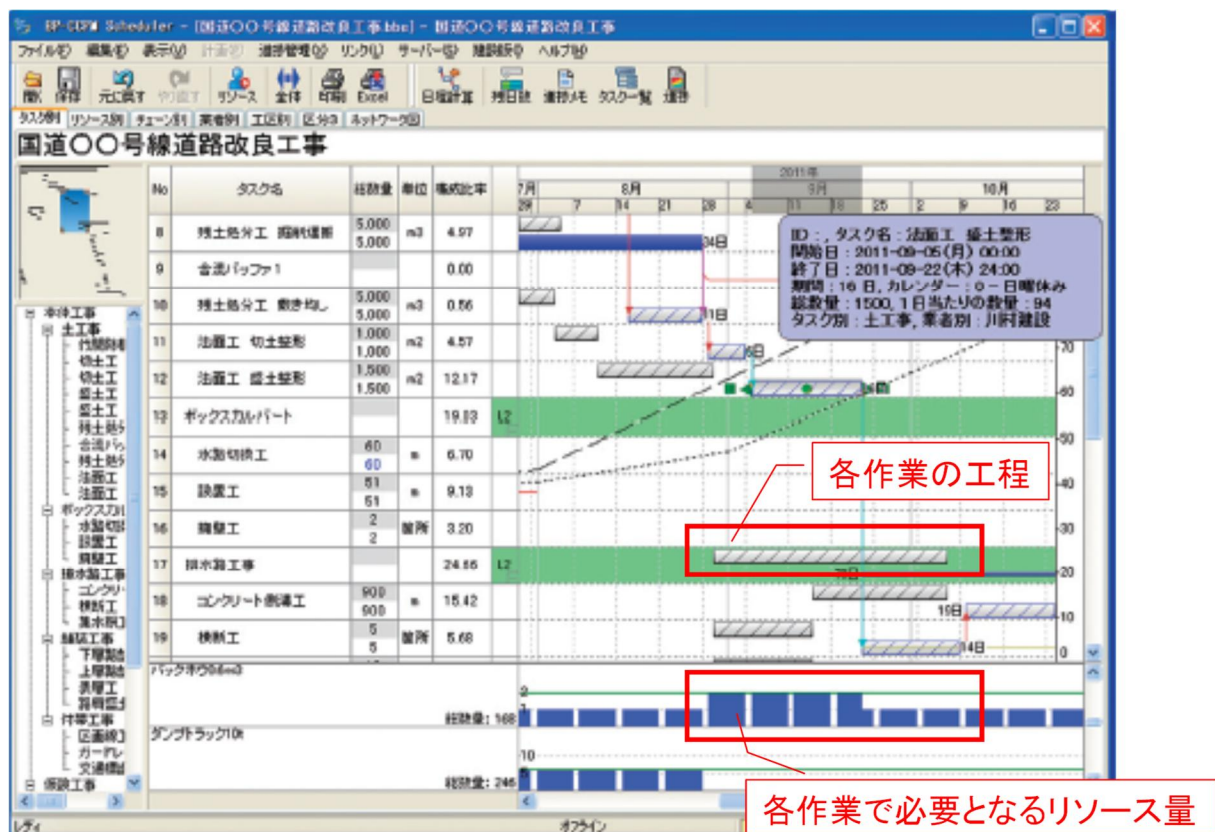


図 6-14 BeingProcet-CCPM の概要 ^{6.6)}

B) 工程表とリソースの対応

活用しているソフト「BeingProject-CCPM」では、各工程に必要なリソースを対応させて表示することが可能であり、図 6-15 に示すように、各作業工程で発生するリソース量を可視化して管理している。



※公表資料 6.6)に一部加筆

図 6-15 工程とリソースの管理イメージ

C) 工程遅延、手待ち発生を抑制するために工夫している点

株式会社砂子組では、工程管理に「CCPM」の手法を導入している。CCPMはプロジェクトの納期短縮（建設工事の場合には工期短縮）とリソースの最適活用を目的とした管理手法であり、各作業工程の順序と所要時間から決まる最も長い一連の経路（クリティカルパス）にリソースの可用性を考慮して、プロジェクト全体の完了に最も影響する「作業の連鎖（クリティカルチェーン）」を抽出することに特長がある。また、一般的な工程管理とCCPMによる工程管理の違いを図6-16に示す。CCPMでは各作業工程に含まれている安全余裕を取り除き、プロジェクトの最後にまとめて設定（「バッファ」という。）する。プロジェクト実行段階では、個別の作業で発生した遅れをバッファで吸収し、バッファの消費具合を管理（図6-14参照）することで、プロジェクト全体の納期に影響を及ぼさず全体最適なスケジュール運営の実現が期待できる。

株式会社砂子組が実践しているCCPMの流れを以下に示す。

① ODSC：目標すり合わせ

「目的 Objectives」「成果物 Deliverables」「成功基準 Success Criteria」についてチームメンバーで議論し、方向性を明確にするとともに、目標のイメージを共有する。

② Backward scheduling：段取り八分

成功への段取り（必要な工種）をメンバーで議論し拾い出す。この際、工程は後ろから考える。

③ ABP (Aggressive But Possible) : サバ取り

各作業工程から、安全余裕を抽出（サバ取り）する。安全余裕は、できるかできないか五分五分の期間を考え、実際に施工する協力会社を含めて議論し検討する。

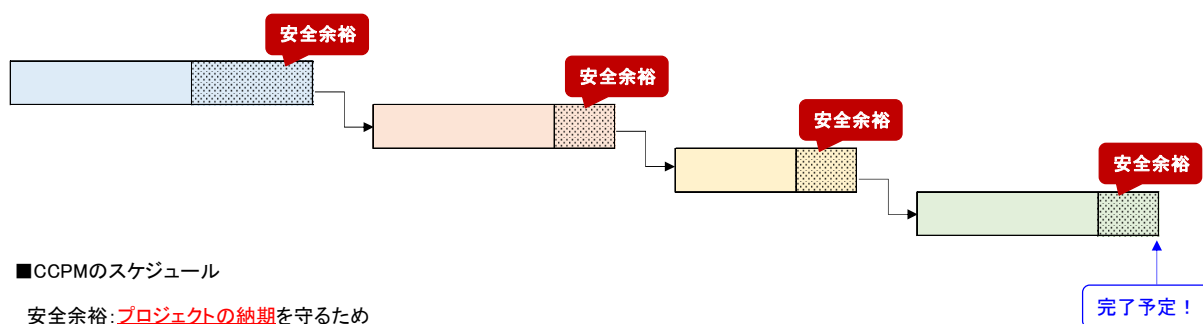
④ Buffer Management : バッファ管理

③で抽出したバッファ（ゆとり）をマネジメントする。進捗は「〇〇%」ではなく「あと〇〇日（バッファの残日数）」で管理する。

現場所長だけでなく内勤者や協力会社等も含めたチームメンバーで議論することで、精度の高い工程計画の策定・管理が実現されている。また CCPM を導入することで、安全余裕を除いた各作業工程を遵守するための創意工夫が生まれ、結果的に全体工程の短縮に繋がる可能性がある。一般的な手法と株式会社砂子組の CCPM を工事の各段階で比較した結果を表 6-2 に示す。

■通常のスケジュール

安全余裕: **各作業の期日**を守るため



■CCPMのスケジュール

安全余裕: **プロジェクトの納期**を守るため

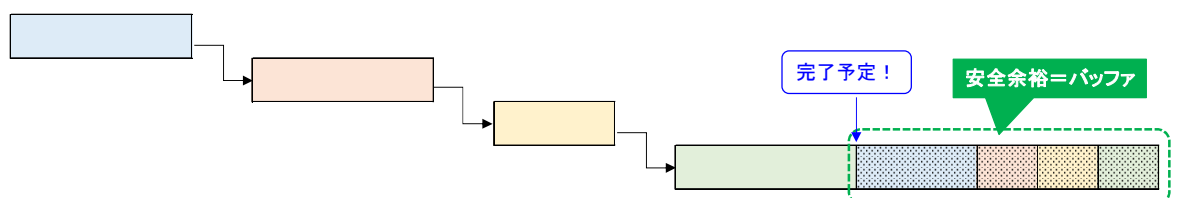


図 6-16 一般的な工程管理と CCPM による工程管理の違い

表 6-2 一般的な手法と CCPM の違い

	一般的な手法	株式会社砂子組の CCPM
計画段階	トップダウン目標に従う 必要作業を今日時点から拾い出す なるべく早く開始する ムダがないように計画する	みんなで議論して ODSC を決める 完成から必要作業を洗い出す 後工程から開始日を決める ムダ（バッファ）を初めから計画する
実行段階	クリティカルパスを管理する 計画通りに進むよう管理する 遅れたら即時改善する 様々な管理を厳密に行う 様々なタスク（作業）を管理する	クリティカルチェーンを管理する 計画は遅れることを想定 多少の遅れは様子を見る 単純にバッファを管理する プロジェクト全体を管理する
完了時	終わって完了	振り返りさらなる向上を目指す

D) 複数工事間のリソースマネジメント方法

前述の方法にて作成された各現場の工程表を、図 6-17 に示す「共有工程表」に集約する。工程表集約の際には、各種情報を統合するために独自に開発した統合プラットフォーム「現場コンシェルジュ」を活用している。「現場コンシェルジュ」には、3D デジタルツイン（地形データ、3次元設計データ）、予実管理データ（資材納入実績データと施工実績データを統合）、フロントローディング、ボトルネックの抽出（BIM/CIM シミュレーション）、各社工程共有データ（デジタル共通工程表）等が集約されており、これらを統合的にマネジメントすることが可能である^{6.8)}。共有工程表により複数工事のタスク（作業）、発生するリソース、マイルストーン（節目、昼間目標）等を管理しており、各現場の施工パフォーマンスを最大化する考えで統括マネージャーがリソース配分を決定している（図 6-18 参照）。

統括マネージャーや現場所長等による全体ミーティングを週 1 回もしくは工程変更時に開催しており、各現場のリソース調整を行うとともにフィードバックを実施している。

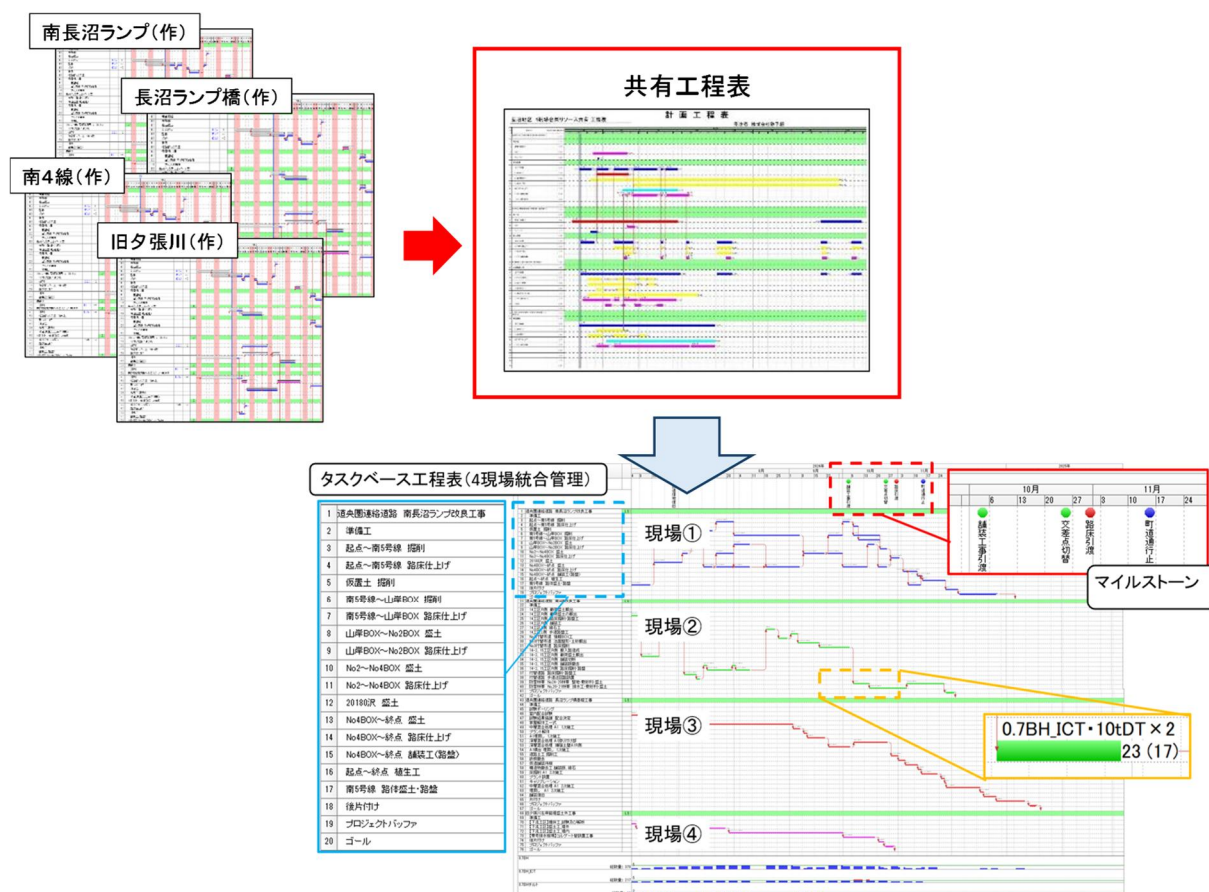


図 6-17 各現場の工程表を集約した共有工程表のイメージ

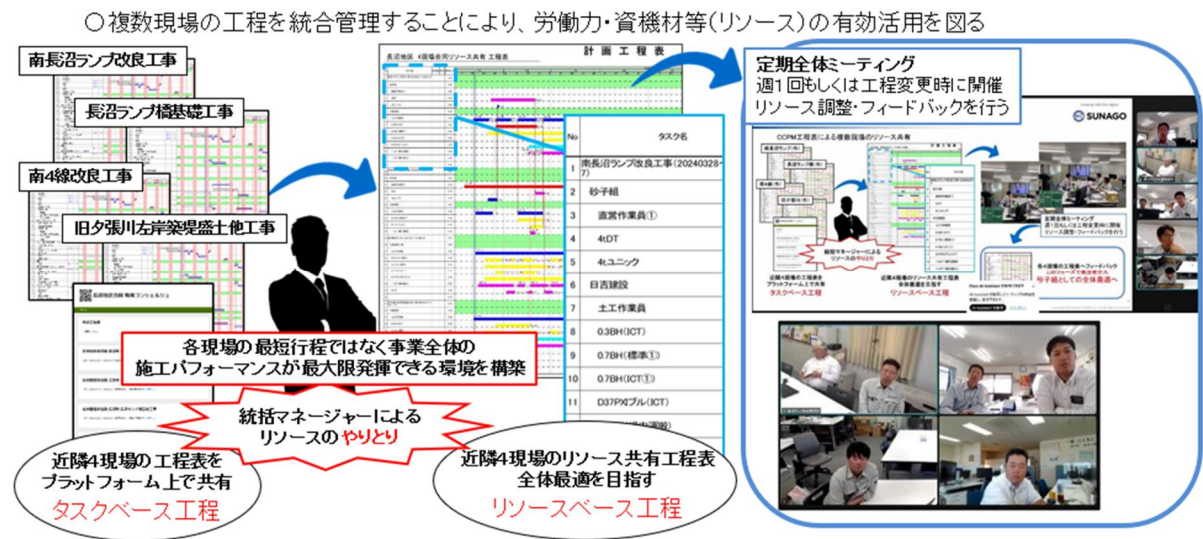


図 6-18 統括マネージャーによるリソース配分の概要

E) リソース配分の際に重視する点

複数工事のリソース配分を検討するに当たり、以下の項目を考慮した配分を行っている。

- イ) 各現場のマイルストーン
- ロ) 各建設機械の流通量や職人の投入可能人数から設定した供給量
- ハ) 事業あるいは会社単位での全体最適化

ここでの全体最適化とは、ある工事では多少工程が延びたとしても、事業単位や会社単位で省人化や機械リース料の削減に繋がるといった内容を指す。

F) リソースの過不足を抑制するために工夫している点

CCPMにより作成した工程及びリソース量をモニタリングし、主に下記2つの調整により過不足のないリソースマネジメントを行っている。

- イ) マイルストーンが迫っている工事がある場合、工程に対して「リソースを集約」して工期短縮を図る（図 6-19 参照）。
- ロ) 各工程で必要となるリソースを山積みし、必要リソース量が供給量を上回る場合には、工程の調整によってリソースを供給量内に収める「山崩し」を行い、平準化する（図 6-20 参照）。

「リソースを集約」して工程短縮を図る

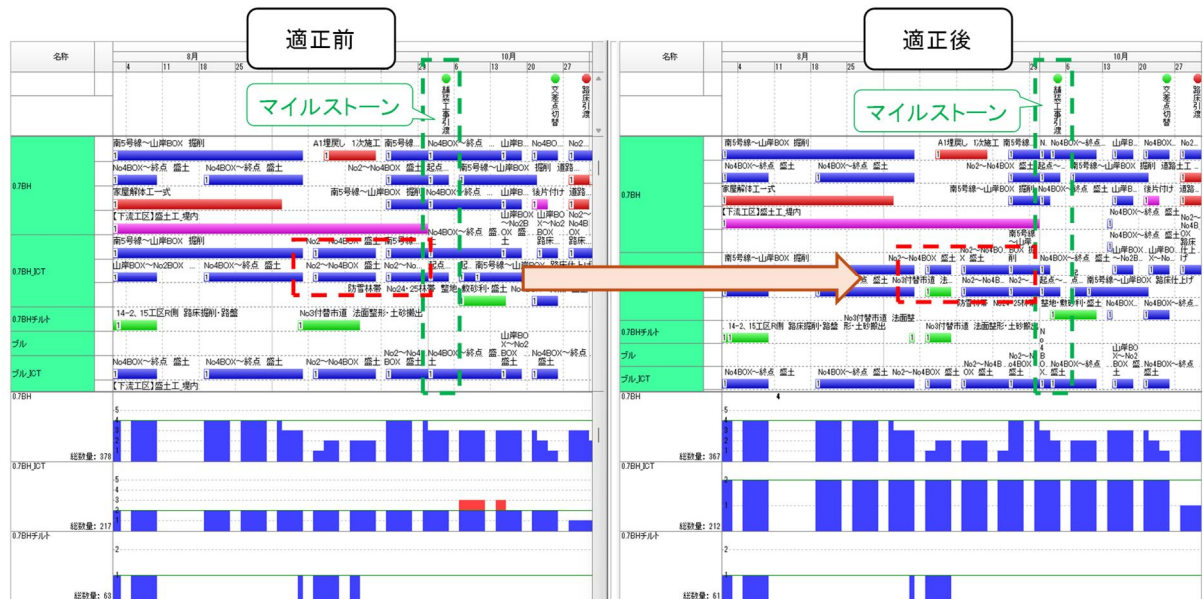


図 6-19 リソース調整方法（リソースの集約）

「リソースの山崩し」を行い平準化を図る

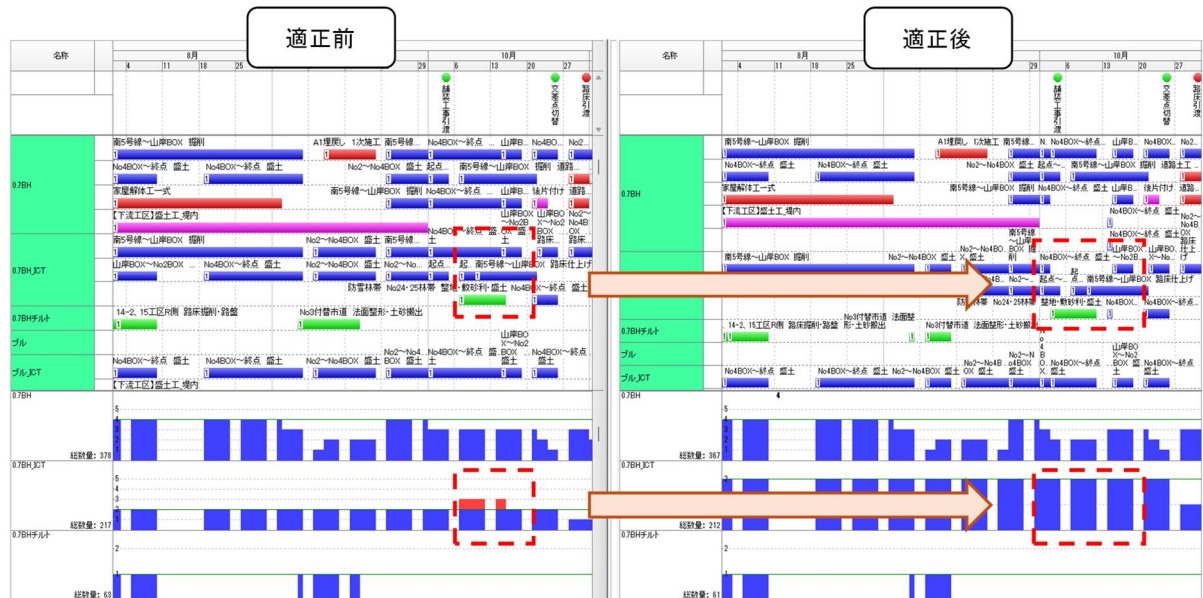


図 6-20 リソース調整方法（リソースの山崩し）

(2) 株式会社フクザワコーポレーションの事例

A) 使用している工程表の種類・ソフト、工程表の作成者・更新者

株式会社フクザワコーポレーションでは、Microsoft Project を使用して図 6-21 に示すような「バーチャート式工程表」を作成し、工程管理を行っている。工程表は基本的に現場担当者（現場代理人又は監理（主任）技術者）が作成することとしている。

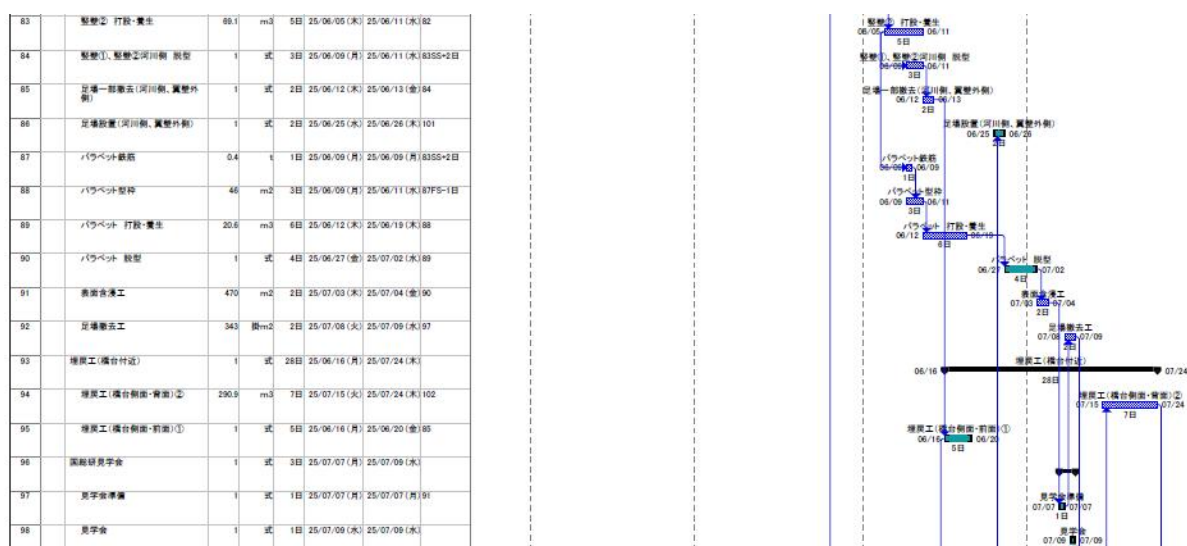


図 6-21 バーチャート工程表の作成例

B) 工程表とリソースの対応

以下の手順により各作業工程と必要なリソースを対応させ、社内でも共有している。

- ① 各現場担当者（現場代理人又は監理（主任）技術者）が作成した工程に基づいて必要な労務及び機械を整理し、労務管理者に配置要望を報告する。
- ② 労務管理者（社員）（工事部担当部長）は、他工事（現場）の配置人数や工程優先度を考慮して直庸技能者、保有機械の配置予定を立案する。
- ③ 現場担当者は、日々の作業状況や配置人員、使用機械を社内のデータベースシステムにて毎日報告する。

C) 工程遅延、手待ち発生を抑制するために工夫している点

「施工検討会議」（図 6-22 参照）と呼ばれる現場担当者の会議を週 1 回実施しており、各現場の進捗状況や今後の予定を共有している。この際、会議参加者（役員、上司、同僚等）が工程上の問題点を指摘できる環境が構築されており、周囲の意見を踏まえて軌道修正を行うことで工程遅延を防止している。

株式会社フクザワコーポレーションでは直庸社員の技能者による施工を中心としているが、人員不足等により工程の空きが懸念される場合には、担当役員が協力会社へ依頼を行い、手待ちが発生しないよう調整している。協力会社の状況は、週 2 回実施される役員会で確認されている。



図 6-22 施工検討会議の様子

D) 複数工事間のリソースマネジメント方法

各現場の人員や機械の配置状況は毎日の現場報告で共有され、週 1 回の施工検討会議にて翌週の人員配置等が決定される。リソース配分を決定する際には、Excel で作成した現場配置表と、図 6-23 に示すホワイトボードを活用している。ホワイトボードには、直庸技能者社員や自社保有機械等を示すマグネットプレートが用意されており、各現場にマグネットプレートを張り付けることで、複数現場のリソース配置状況を可視化するとともに、未稼働機械も把握できるようになっている。

各現場のリソース配分を決定する際には、現場の特徴や各日の作業内容、直庸技能者の技能レベル等を考慮して、人員配置や現場間での人員入れ替えを検討している。図 6-24 に例示するように、直庸技能者を日によって異なる現場配置とすることで、各現場の作業内容に合った技能者の配置と人員数のバランスを保っている。

直庸技能者の現場配分は労務管理者が決定している。保有資機材についても労務管理者と現場担当者により決定され、受注時の順番や使用頻度等により週の途中で調整する場合もある。外注先の選定は常務が実施しており、施工検討会議による各現場の状況や直庸技能者の空き状況等を踏まえて役員が最終的に判断する。

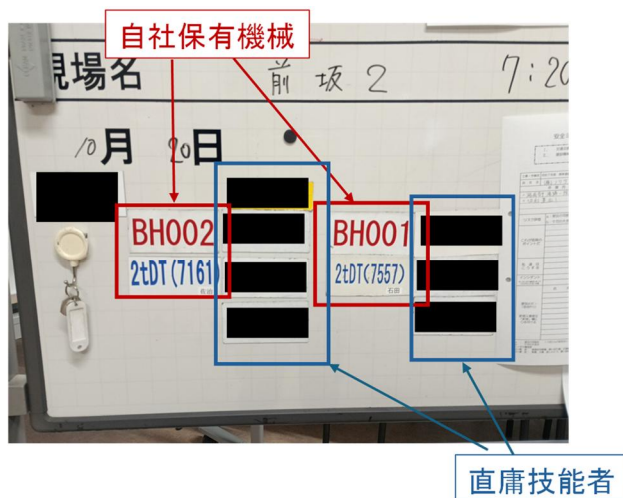


図 6-23 リソース配分を決定する際に使用しているホワイトボード

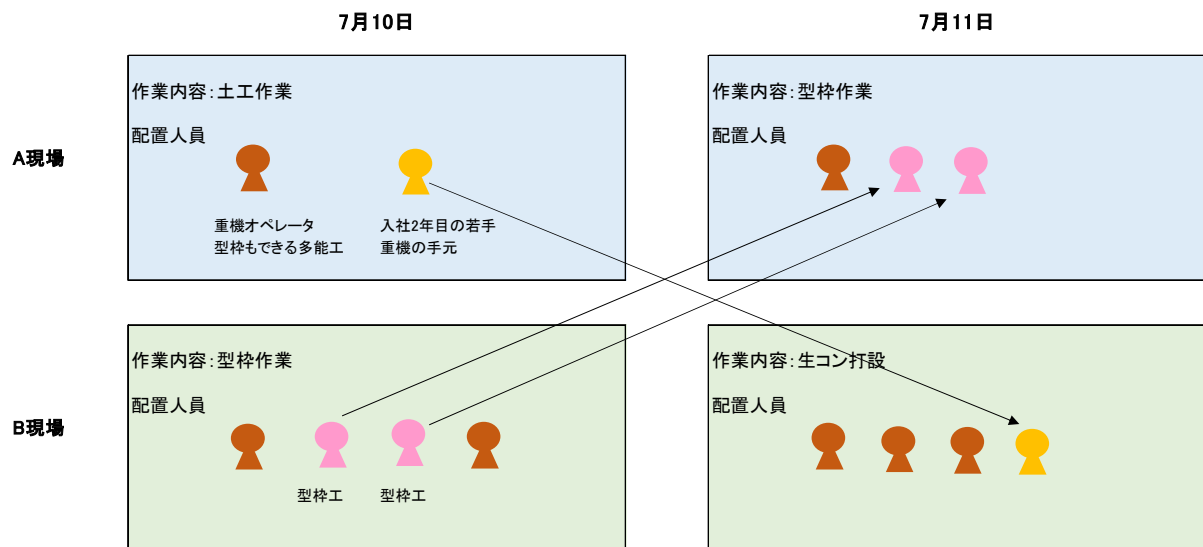


図 6-24 直庸技能者の技能レベルを考慮した現場配置の例

E) リソース配分の際に重視する点

複数工事のリソース配分を検討するに当たり、以下の項目を考慮した配分を行っている。

- イ) 残工期や役員の意向、工事の難易度や施工期間等から優先順位を決めて人員や機械を配置
- ロ) 工事や作業の難易度に対し、直庸技能者社員の技能レベルを考慮して配置先を決定
- ハ) 上記に加え、一つの工事の途中で作業難易度が変わった場合は、作業難易度に応じて直庸技能者社員の柔軟な入れ替えを実施

F) リソースの過不足を抑制するために工夫している点

株式会社フクザワコーポレーションでは、以下の取組により各現場の進捗とリソース状況を把握し、過不足が発生しないよう調整等を行っている。

- イ) 毎日の現場報告による人員、機械の配置状況と進捗の共有
- ロ) 毎週行っている施工検討会議での進捗報告と施工状況報告
- ハ) 月次の原価を含めた各現場の収益報告
- ニ) 労務管理者による各現場の状況確認のための巡回
- ホ) 各現場担当者や職長と労務管理者のコミュニケーション
- ヘ) Web カメラを現場に配置し、本店・支店での施工状況の確認を実施

(3) まとめ

事例整理を行った 2 社は、会社規模や工事内容、下請施工・直営施工の違いからリソース保有状況が異なっており、リソースマネジメントの方法も著しく異なっていた。株式会社砂子組では、工事件数や協力会社数が多いことから、様々なツール・ソフトウェアを使用してリソースを管理し、統括マネージャーや現場所長等による全体ミーティングを通して最適な配分を検討していた。株式会社フクザワコーポレーションでは、直庸の技能者社員及び自社保有機械による施工が中心であることから、各技能者社員の技能レベルを考慮した人員配置を行っていた。また、各現場の代理人と役員による施工検討会議を毎週実施することで、現場間の情報共有を密に行い、工事進捗を踏まえて技能者の現場配置を見直す等、柔軟なリソース調整を実施していた。

全体最適の観点では両者ともに同じ方針にて実施されており、以下に示す共通点があった。

- イ) 受注した各工事の工程とリソースを対応させ、状況を把握・共有する。
- ロ) 工事進捗が遅れている工事に対してリソースを多く投入し、工程短縮を図る。
- ハ) 全体最適の考えとして、会社単位・事業単位の視点で省人化や原価低減等に繋がるリソース配分を選択する。

第6章 参考文献

- 6.1) 国土交通省大臣官房参事官（イノベーション）グループ：第16回 ICT 導入協議会（R5.3）資料3
<https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001631844.pdf>
- 6.2) 国土交通省大臣官房参事官（イノベーション）グループ：データ活用による現場マネジメントに関する実施要領（案）
<https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001733267.pdf>
- 6.3) 萩原浩：現場技術者のための土木工事ネットワーク工程表の作り方と実例，近代図書株式会社，昭和59年4月25日発行．
- 6.4) 国土交通省九州地方整備局：土木工事施工管理の手引，平成20年9月．
- 6.5) 国土交通省国土技術政策総合研究所：令和7年度改訂版 工事工種体系ツリー
<https://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sekisan/tree/tree.htm>
- 6.6) 株式会社 Goldratt Japan HP
<https://www.goldratt.co.jp/>
- 6.7) 株式会社ビーイング HP
<https://www.beingcorp.co.jp/product/bp-ccpm/>
- 6.8) 株式会社砂子組 HP
<https://www.sunagonet.co.jp/innovation-category/civil/>

第7章 まとめと課題

本共同研究は、建設現場における技能者不足の進行を背景として、現場打ちコンクリート躯体工における生産性向上を目的に、多能工施工の有効性及びこれを支える施工方法等の確立を目的として実施した。具体的には、欧州における施工及び技能者育成の実態調査（第3章）、資機材の活用による機械化施工の効果検証（第4章）、多能工施工の実態把握と生産性に関する分析（第5章）、並びに工程管理及びリソース配分の最適化手法の検討（第6章）を実施した。

その結果、多能工を中心とした施工体制、資機材の適切な活用及び工程管理の実施により、工種間の手待ち時間の削減や、資材運搬における人力作業の低減、技能者の有効活用が図られ、生産性向上に資する有効な手法であることが明らかとなった。また、これらの普及や実施に当たり、体系的な技能者育成、施工条件に応じた資機材の適用、並びに全体最適を指向した工程管理が重要であることを確認した。

以上を踏まえて、本章では、第6章までの検討結果に基づき、本共同研究における生産性向上の主要な手段として、①資機材の活用、②多能工施工、③工程管理の実践の三つの観点について、有効性及び今後の展開方策について論じるとともに、将来の更なる生産性向上に向けた観点について述べるものとする。

7.1 生産性向上に資する資機材の活用

7.1.1 生産性向上に資する資機材の導入負担の軽減

第4章で、欧州で標準的に使用されている定置式水平ジブクレーンを中心に、我が国への導入による生産性向上の可能性について検討した。日本で数多く使用されている移動式油圧クレーンを定置式水平ジブクレーンに転換した場合、常設によるクレーン手配待ちの解消、吊り荷付近の操作による事故発生抑制及び準備片付けの効率化等の効果に加えて、本調査研究の範囲内で、現場条件によって生産性向上や工程短縮に繋がること、従来は人力運搬に頼っていた現場内小運搬を常設の定置式水平ジブクレーンを活用することで技能者の人力荷担ぎ負担の軽減等の効果に繋がることが分かった。今回の検討で示唆された定置式水平ジブクレーンの適用現場条件を踏まえ、建設現場への導入検討が推進されることを期待する。

定置式水平ジブクレーンの導入にあたっては、第4章で示したように初期費用の負担が課題となる。移動式油圧クレーンは分解組立が不要で自走可能であるが、定置式水平ジブクレーンは道路法に基づく車両制限への対応のため、「運搬・回送」に分解組立が必要である。したがって、トレーラーやトラックによる運搬が必要となり、初期費用として分解組立に関わる作業員や、運搬車両と運転手等の費用が発生する。第3章に示したように、定置式水平ジブクレーンメーカーの一つである Potain 社が、我が国の法規制に整合する運搬台車を製造しており、運搬台車の導入によるコスト縮減が期待できる。建設会社が新たな資機材を導入しやすい環境整備が必要である。

システム型枠や建設用3Dプリンタは、現場技能者の省人化・工程短縮に繋がる技術であるが、導入する場合のコストが課題となる。定置式水平ジブクレーンの場合と同様に、初期費用の軽減等、建設会社が新たな資機材を導入しやすい環境整備が求められる。

建設用3Dプリンタは、造形物が所定の要求性能を満足しているかどうかを、使用する材料やプリンタの仕様等で一律に規定することは困難であり、現時点では、過去の適用事例を参照しつ

つ、品質管理や検査の方法も含め、各社個別に協議して実施している。今後、広く普及を図り、これまで施工実績のない新たな工種・規模に適用するために、第三者認証等により、造形プロセスや造形物の品質を担保する仕組みが必要と考えられる。

7.1.2 生産性向上に資する資機材を活用する技能者への対応に関する検討

定置式水平ジブクレーンは、国家資格を有する専門のオペレーターではなく技能者が自ら操作することが大きな特長である。第4章に示したように、実際に使用した技能者からはクレーン操作に対する改善要望として、「横行の速度の設定段階を増やしてほしい（今よりも遅い速度も欲しい）」や「操作リモコンの装着ベルトが安全帯と干渉するためもっと使いやすくしてもらいたい」といった意見がある。定置式水平ジブクレーンが標準的に使用されている欧州では、職業訓練制度により技能者がクレーン操作を技量に応じて系統的に学ぶことができるが、我が国ではクレーン操作は専門職種の作業であるため、鉄筋工や型枠工といった技能者がクレーン操作を学ぶ機会はほとんどないと思われる。したがって、クレーン操作に習熟するまでは一定の期間と経験が必要となることから、我が国の技能者が定置式水平ジブクレーンをより活用しやすくなるような対応を検討する必要がある。技能者から挙げた意見を踏まえ、操作性の改善を含めた技術仕様の見直し・改善も必要に応じて検討することが求められる。

7.2 多能工施工による生産性向上

7.2.1 多能工の評価

第5章で、多能工技能者を直庸している中小建設会社を対象としたヒアリング調査、及び多能工施工の現場計測により、多能工施工が現場打ちコンクリート躯体工の生産性向上に繋がる可能性があることが明らかとなった。鉄筋工や型枠工の不足により発生する労働生産性低下への対応として、多能工の育成・活用が解決策の一つになると思われる。

今後の課題の一つは、複数の職種の業務を横断的に行う多能工をいかに評価して位置付けるかという点である。例えば、公共工事の積算に使用される公共工事設計労務単価^{7.1)}は表7-1に示す51職種毎に細分化されて設定されている。「鉄筋工」や「型わく工」と専門職種別に設定されて、複数工種の作業を担うことができる多能工に対応した労務単価は設定されていない。また、技能者ひとり一人の就業実績や資格を登録し、技能の公正な評価、工事の品質向上、現場作業の効率化などを目的に導入された建設キャリアアップシステム（CCUS）では、表7-1の51職種に管理等を加えた55の職種コードが設定されており、職種コード毎の就業履歴を蓄積・評価している。建設キャリアアップシステムに関しては、能力評価ガイドラインが令和7年1月に改定され、前後工程などの関連職種を担うと想定される場合、それに対応する職種コードを現場ごとに併せて設定可能と明確に示された^{7.2)}。これにより、就業履歴が職種毎に分散せず積み上がるようになり、複数工種に従事した多能工として評価されるように改善されている。一方、設計労務単価における多能工職種を設定するためには、単に労務単価を新設するだけでなく、多能工施工による歩掛や、工事発注・積算における多能工施工と分業施工の使い分け等の検討も必要である。そのため、今後は多能工施工のデータ蓄積に基づく現状把握と、労働生産性（歩掛）の分析の調査研究が必要といえる。

表 7-1 公共工事設計労務単価の 51 職種

No	職種名	No	職種名	No	職種名	No	職種名
1	特殊作業員	14	運転手(特殊)	27	普通船員	40	タイル工
2	普通作業員	15	運転手(一般)	28	潜水土	41	サッシ工
3	軽作業員	16	潜かん工	29	潜水連絡員	42	屋根ふき工
4	造園工	17	潜かん世話役	30	潜水送気員	43	内装工
5	法面工	18	さく岩工	31	山林砂防工	44	ガラス工
6	とび工	19	トンネル特殊工	32	軌道工	45	建具工
7	石工	20	トンネル作業員	33	型わく工	46	ダクト工
8	ブロック工	21	トンネル世話役	34	大工	47	保温工
9	電工	22	橋梁特殊工	35	左官	48	建築ブロック工
10	鉄筋工	23	橋梁塗装工	36	配管工	49	設備機械工
11	鉄骨工	24	橋梁世話役	37	はつり工	50	交通誘導員A
12	塗装工	25	土木一般世話役	38	防水工	51	交通誘導員B
13	溶接工	26	高級船員	39	板金工		

7.2.2 多能工を育成する環境整備

第 5 章で、企業内における多能工育成の取り組みや職業訓練校における研修の実施状況について整理した。多能工を直庸する建設会社では、建設現場の OJT のみならず研修・勉強会等の OFF-JT も計画的に実施されており、研修カリキュラムの作成やキャリアパスの明確化により、自社に求められる技能者育成を着実に実施する仕組みが確立されていることがわかった。職業訓練校では、訓練目的や実施者、対象者が異なる 5 つの事例を比較し、職業訓練の進め方の違いによる効果について比較検討した。

多能工の育成に当たっては、現場における実作業を伴う OJT に加えて、現場外で複数工種の基礎技能を身につける機会が重要である。全国的にみて多能工育成を行う職業訓練校の数は少なく、技能者を直庸している建設会社で職業訓練を実施している割合は少ないと思われる^{7.3)}。第 3 章に示したように、スイスでは受入れ企業と訓練施設（企業間訓練センター、職業専門学校）でのデュアル教育システムが確立されており、建設現場での OJT と訓練施設での Off-JT を並行して行う仕組みがある。このデュアル教育システムは、企業間訓練センターがスイス建設業協会（SBV）やベルン州建設業協会（KBB）等の業界団体により運営されており、会員企業による会費と連邦予算による補助金があることで成り立っている。我が国でも職業訓練の拡充等により多能工育成の環境を整備しようとする場合、スイスのように国や建設業協会労働組合等が一体となって育成システムを構築する必要があると思われる。スイスにおける建設技能者のキャリアアップでは、資格と賃金がともに明示されることで資格取得に対するモチベーションが向上し、技能向上（成長）に繋がっていると思われる。我が国では、「7.2.1 多能工の評価」で論じた多能工に対する評価手法の検討等により、多能工技能者のモチベーション向上・成長に繋がる仕組みを確立することが課題といえる。多能工が習得した技能を十分に発揮できるよう、建設会社が技能者の配置等を工夫する（第 6 章に示したリソースマネジメント参照）ことも重要であり、一面的な方策だけでなく多面的な方策を組み合わせることで多能工の育成環境を整備していく必要があると思われる。

7.3 生産性向上に向けた工程管理の実践

第6章で、全体最適化のためのリソースマネジメントの観点で、建設会社で実施されているマネジメント手法の2事例を整理した。会社規模や工事内容、リソース保有状況等によりリソースマネジメントの方法は異なるが、工程とリソースの対応や省人化・原価低減に繋がるリソース配分といった共通的な事項が明らかとなった。

リソースマネジメントは、第6章で論じた工程管理のみならず、建設会社の工事原価や利益にも大きく関係する。ネットワーク工程表を活用し、工程管理に加えて各工程の原価管理（投入したリソースや施工能力の実績管理）を評価することで工期と利益率を確保しながら現場を管理し、大幅な原価低減、粗利の拡大を実現した建設会社の事例もある^{7.4)}。建設現場の生産性向上だけでなく建設業（建設会社）の持続性の観点からもネットワーク工程表は有益なツールとなり得るが、ネットワーク工程表の作成・更新には手間がかかるため、導入のハードルが高い側面もあると思われる。例えば、工種数が少ない工事では、ネットワーク工程表を使用しても工程短縮や利益への効果が出にくい場合もあるため、ネットワーク工程表の活用が適している工事に対して導入・普及させる必要があるといえる。

工程管理は、現場の変化に適宜対応して全体工程を見直していくことが必要となる。現場からの問い合わせに対して発注者が速やかに回答できないと、工程の見直しが遅れ、その分工程の遅れが発生する可能性がある。一方、現場状況や段取りの変更等、発注者が判断するために必要な情報を受注者が速やかに提供・提示することが求められる^{7.5)}。リソースマネジメントのベースとなる工程管理は、受注者のみで取り組むのではなく、受注者と発注者の協働により実施していくことが必要といえる。

本共同研究で取り組んだ定置式水平ジブクレーンやシステム型枠、建設用3Dプリンタといった生産性向上に資する技術を現場実装する場合は、ネットワーク工程表等による緻密な工程管理・リソースマネジメントを行い、受注者・発注者双方が建設現場の生産性向上を目指して取り組むことが重要である。

7.4 今後の建設現場における更なる生産性向上に向けた観点

7.4.1 将来を見据えた「施工」を担う現場作業員及び資機材への目配り

人口減少に伴う建設業の深刻な人手不足の解消に向け、ICT（情報通信技術）の活用を主軸とした「i-Construction」の推進を宣言した生産性革命元年（平成28年）から10年が経過し、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」を中心とした様々な施策により、建設現場の生産性向上は一定の効果が確認されている。測量分野ではドローン測量が普及し、短時間で広範囲に、かつ人が容易に立ち入れない場所でも測量が可能となった。施工管理分野では、ドローン測量に加えて、高速かつ高精度に3次元データを取得可能な3Dレーザースキャナー等、出来形管理に活用可能な3次元計測技術が数多く普及しており、施工管理の効率化・省人化に寄与している^{7.6)}。国土交通省が令和6年4月に公表した「i-Construction2.0」では、今後の新たな建設現場の生産性向上（省人化）の取組として「施工のオートメーション化」、「データ連携のオートメーション化（デジタル化・ペーパーレス化）」、「施工管理のオートメーション化（リモート化・オフサイト化）」による抜本的な省人化対策に取り組むこととしている^{7.6)}。

第1章に示したように、我が国では平成22年と比べて技術者数は微増であるが技能者数は大きく減少している。施工管理を担う技術者あるいは工事発注者の生産性向上（効率化・省人化）は、上記に記載の通り一定の効果が見られているが、今後は技能者数の大幅な減少への対応も視野に、「施工」を担う現場作業員や資機材により目を向けるべきと思われる。人口減少・少子高齢化時代に対応した「施工」を実現するため、本共同研究で着目した定置式水平ジブクレーンや同クレーンと親和性の高いシステム型枠などの「資機材」を有効活用した「施工のやり方」へ転換する必要がある。

7.4.2 今後の機械化施工と合理的設計による鉄筋コンクリート構造物の省人化・省力化

鉄筋コンクリート構造物の施工における省人化（人数を減らす）と省力化（総作業時間を減らす）を目指す上では、本共同研究で調査対象とした定置式水平ジブクレーンや建設用3Dプリンタ等の導入により、従来は人力で行っていた作業を機械作業に転換することが重要となる。また建設現場での省人化・省力化の実現に向けては、上流の設計段階から、施工に配慮した合理的な設計も必要になると思われる。鉄筋コンクリート構造物について、機械化施工を前提とした設計図面が作成され、その設計図面に基づいて施工できれば、機械化施工での建設現場の省人化・省力化の効果はより大きくなると思われる。

第1章に示したように、我が国の設計は材料の最小化を重視していたが、近年は施工合理化や全体最適の視点を取り入れた設計への見直しが進められている。しかし鉄筋コンクリート構造物の設計に関しては、設計から決まらない構造細目を踏襲するあまり、施工性を低下させている場合もありえる等、施工の効率化の観点から施工性を低下させている要因を改めて見直す余地はあると思われる。一例として、橋台・橋脚の鉄筋に関する設計について述べる。フーチングに設置する鉄筋材料は、トレーラーで運搬可能な最大長さ12m規格（定尺鉄筋の使用）を想定し、フーチングから堅壁まで1本の鉄筋を配置するよう設計される。これは、応力レベルの大きくなる隅角部付近では鉄筋を定着させないという設計上の制約による。この場合、フーチング部から鉛直方向への伸び上がりが7～8mになることもあり、建設現場では堅壁のコンクリート打設を行うまで、転倒防止のために張り出した鉄筋を固定する足場が設置される（図7-1参照）。この足場がフーチングや堅壁のコンクリート打設時の支障となり、施工効率が低下することが想定される。仮にフーチングからの鉄筋張り出しを最小限にし、フーチング完成後に堅壁部の鉄筋を機械式継手により追加できれば、鉄筋固定用のために足場を設置する必要がなくなり、鉄筋材料の数量は増えるが全体的な施工の効率化が期待できる。これはあくまで一例であり、実際の設計への反映には構造物の要求性能を満たすことを確認する等、より詳細な検討が必要になるが、このように施工性を考慮した設計への抜本的な見直しも検討する時期に入っていると思われる。

鉄筋は、フーチングから縦壁まで1本の鉄筋を配置するよう設計されるため、フーチング部から鉛直方向への伸び上がりが7～8mになることもある



鉛直方向に張り出した鉄筋の転倒を防止するため、作業用足場を設置し鉄筋を固定

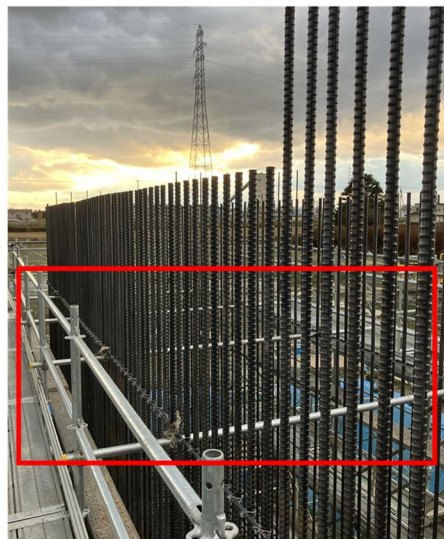


図 7-1 フーチングから鉛直方向に張り出した鉄筋を足場に固定する様子

第 7 章 参考文献

- 7.1) 国土交通省不動産・建設経済局：令和 7 年 3 月から適用する公共工事設計労務単価について，令和 7 年 2 月．

<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001864366.pdf>

- 7.2) 国土交通省不動産・建設経済局：建設技能者の能力評価制度に関するガイドライン，平成 31 年 3 月 29 日（改訂 令和 7 年 7 月 1 日）．

謝辞

本報告書の作成に当たり、スイス連邦共和国・ゲルマ建設会社のドミニク・ゲルマ社長には多能工施工を行う企業における技能者育成方法や定置式水平ジブクレーンの施工事例に関する数多くの有益な情報をいただきました。リープヘル社及びボテイン社には、定置式水平ジブクレーンに関する有益な情報をいただきました。

ペリージャパン株式会社及び株式会社ディー・アイには、PERI 及び Doka のシステム型枠を利用された施工事例をご紹介いただきました。

一般社団法人全国中小建設業協会及び会員企業の皆様には、多能工を雇用する企業の施工・多能工育成に関するヒアリング調査にご協力いただきました。マルチビルダー職業訓練校、広島建設アカデミー、北陸建設アカデミー、大林組林友会教育訓練校、富士教育訓練センターには、多能工育成に関するヒアリング調査にご協力いただきました。

共同研究者とともに各現場にて施工を担当された建設技能者の皆様には、定置式水平ジブクレーン及びシステム型枠での施工における貴重なご意見をいただきました。

ここに謹んで感謝の意を表します。