

土木工事の現場打ちコンクリート工における 多能工施工の生産性に関する基礎的分析

平川 雄太¹・山口 悟司²・市村 靖光³・堤 達也⁴

^{1,2,4}正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: ¹hirakawa-y924a@mlit.go.jp, ²yamaguchi-s22ac@mlit.go.jp, ⁴tsutsumi-t92ta@mlit.go.jp

³非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: ichimura-y92pi@mlit.go.jp

鉄筋工や型枠工といった専門工事職種の技能者不足への対応として、「多能工の活用」が有効と考えられる。しかし土木工事に関しては、実際の現場において多能工施工の調査・計測を行った事例が無いことから、生産性等については不明な点も多い。本稿は、橋台新設工事における現場打ちコンクリート工を多能工により施工した事例を対象に、工事日報や施工映像等による調査・計測を実施することで、多能工施工の生産性を分析するとともに、多能工活用の効果検証を行うものである。

Key Words: multi-skilled worker, productivity, lack of manpower, productivity improvement

1. はじめに

建設業界では、人口減少や少子高齢化等に伴う労働力減少の問題への対応が求められており、特に鉄筋工や型枠工といった専門工事職種の技能者不足が深刻化している¹ことから、現場打ちコンクリート工の生産性向上が喫緊の課題となっている。

上記課題に対しては「多能工の活用」が有効と考えられる。現場打ちコンクリート工のように異なる工種の作業を行う場合に、多能工を活用することで、複数工種を連続させることにより作業間の手待ちを減らし、生産性を高めることができると言われている²。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、より多能工の活用効果が大きくなる可能性が既往研究で示唆されている³。

しかし、実際の現場での多能工施工の調査・計測は建築工事で実施されたものが多く⁴、比較的施工ロットの大きい土木工事における多能工施工の生産性等は明らかとなっていない。そこで本研究では、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ことを目的とする。

2. 調査概要

(1) 対象工事

本研究では、長野県発注の橋台新設工事（表-1）を対象とした。本工事のうち、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工（橋台躯体工）について調査を行った。当該期間に、フーチング→たて壁→翼壁・胸壁の順番で橋台1基が施工された。

対象工事の受注者は、多能工技能者を約40名直庸しており、現場打ちコンクリート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いる。鉄筋工は、下請の専門工事会社（以下、「協力会社」という）が施工している。

表-1 対象工事の概要

工事発注者	長野県	
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
	※その他、法覆護岸工、道路土工、構造物撤去工が本工事に含まれる	

注) 赤字が今回の調査対象（令和5年6月～8月）

(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⁹⁾を活用し、各技能者の作業内容・作業時間を15分単位で記録した。また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、現場内の細かい動きを含めて観察した。施工完了後には現場代理人へのヒアリングを実施し、計測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。

3. 工事実施記録の作成

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工の実施記録を作成した例を図-1に示す。各工種の作業時間及び投入人数が把握できる様式と、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。通常1日の作業が休憩を挟んで午前2回、午後2回の4回に分けられていることから、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。

4. 多能工施工の生産性

(1) 人材の有効活用による生産性向上

図-1(b)より、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ことが分かる。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するとなると2日間で計13名が現場に入ると想定される(図-2参照)。多能工を活用することで2工種を計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たと言える。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、多能工の活用により施工管理の負担軽減にも繋がる可能性があると考えられる。

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。このように元請会社が技能者を直庸していれば、複数現場間の人材配置・調整(マネジメント)がしやすくなり、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推察される。

(a) 工種別の作業内容・投入人数

		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												
型枠	搬入					1	1	1	1				
	製作												
	設置									6	6	6	6
	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	6	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			

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。

(b) 技能者別の作業内容・作業時間

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	型
K	型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
O	型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
T	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
U	型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
V	型	型	型	型	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
W	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
AC	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	コン	型	型	型	型
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									養生			

注) 直庸の技能者を対象に作成。

足 : 足場支保工

型 : 型枠工

コン : コンクリート工

図-1 工事実施記録の作成例

(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			
	AM1	AM2	PM1	PM2	AM1	AM2	PM1	PM2
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			
	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: 19名

図-2 技能者配置に関する分析(7/26~7/27)

(2) 工程前倒しによる施工効率化

図-1(a)より、7/10~7/11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)に従事していたことが分かる。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、次工種の型枠工の作業を前倒しで行い、同時並行で進めたことであった。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て2工種を同時に行う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

	6/8	6/9	6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/26	6/27	6/28	6/29	6/30
足場																	
型枠																	
コンクリート																	
鉄筋																	
その他																	

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

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

※ 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3 現場打ちコンクリート工の実績工程

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、より実現しやすくなったものと考えられる。

(3) 工種の円滑な切替えによる手待ちの削減

現場打ちコンクリート工の実績工程を図-3に示す。工種間の手待ちに関しては、未作業日は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ている。中には、1日の間に複数の工種が実施された日も見られる。鉄筋工以外の工種については全て元請会社が実施したことから、複数の協力会社間の細かな工程調整が今回の工事では不要であった。これにより工種を円滑に切り替えることができたため、明確な工程遅延は発生しなかったものと考えられる。

当初は6/8~6/9の2日間で足場支保工を行う計画であったが、想定よりも早く施工が完了したため、6/9は直庸の技能者は他現場の応援に回ったとのことであった。協力会社による鉄筋工の施工が6/12より開始の計画となっており直前での調整が難しかったため、現場としては1日空いた形となったが、仮に鉄筋工も直庸の多能工技能者が施工できれば、柔軟な工程計画変更によりさらに前倒しで作業を進めることができた可能性もある。

工種が切り替わるタイミングは、多能工活用による効果・特徴が現れる場面の一つであると考えられる。そこで図-4の実績工程のうち、1日に複数の工種を実施している場合(図-4赤枠①~④)と翌日から別工種に移る場合(図-4青枠①~⑥)に分け、それぞれについて詳細の確認を行った。

a) 同日に複数の工種を実施した場合

元請会社が同日に複数の工種を施工した4日間の技能者別の作業内容を図-4に示す。このうち3日間(7/28, 8/10, 8/21)に関しては、技能者が1日の間に工種を切り替えて作業している(図-4赤枠)。特にコンクリート工の養生に係る作業に要する時間が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。通常は別日に施工される

①7月11日				②7月28日				
元請会社の技能者名	7月11日			元請会社の技能者名	7月28日			
B	AM1	AM2	PM1	AM1	AM2	PM1	PM2	
K	型	型	型	型	型	型	型	
O	足	足	足	足	足	足	足	
P	足	足	足	足	足	足	足	
U	足	足	足	足	足	足	足	
V	足	足	足	足	足	足	足	
作業内容	足場支保 型枠 Co打設			たて壁の足場支保設置 たて壁の型枠搬入			足場支保 型枠 Co打設	
							養生 胸壁・翼壁の型枠設置	

③8月10日				④8月21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			
B	AM1	AM2	PM1	AM1	AM2	PM1	PM2	
I	型	型	型	型	型	型	型	
K	型	型	型	型	型	型	型	
O	型	型	型	型	型	型	型	
U	型	型	型	型	型	型	型	
作業内容	足場支保 型枠 Co打設			倉庫の型枠製作設置 養生			足場支保撤去 型枠設置・搬出 倉庫コンクリート打設	

※ 足：足場支保工 型：型枠工 コン：コンクリート工

図4 同日に複数工種を施工した日の技能者別作業内容




①6月8日-6月12日	②6月20日-6月21日
<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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ータ等の準備を実施 
③6月22日-6月24日	④6月29日-6月30日
<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 当日(6/29)の作業は型枠解体(P20処理) 翌日の足場工に関連する作業なし 
⑤7月26日-7月27日	⑥8月8日-8月9日
<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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、パイプレータ等の準備を実施 

図5 施工映像による作業内容の確認結果

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。

b) 翌日に別工種を実施した場合

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たと言える。

5. おわりに

橋台工事の現場打ちコンクリート工を対象に、多能工施工の生産性の分析を行った結果を表-2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稼働率向上（手待ちの低減）⁴⁾に近い効果が確認された。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考えられる。

本調査から、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言える。従って、施工データの蓄積による分析の詳細化のみならず、人材を含めた適切なリソースマネジメントのあり方の検討が今後の課題である。

表-2 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}
4. (1)	クリティカルとなる作業に対して技能者を集中的に配置することで、作業を効率化する		○
4. (2)	複数の工種に対応できる技能者が、次工種の作業に前倒しで取り掛かることで、施工を効率化する		○
4. (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、現場稼働率を向上させ、工種間の手待ち時間を削減する	○	
4. (3) b)	一日の作業が予定より早く終わった場合、翌日から始まる次工種の準備作業を先行して行い、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表現されやすい多能工活用効果

謝辞：本研究は、国土交通省国土技術政策総合研究所「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」の一環で実施されたものである。また、施工データの計測及びヒアリング調査にご協力頂いた株式会社フクザワコーポレーションの皆様にも、ここに記して深謝の意を表する。

REFERENCES

- 1) 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（令和6年8月調査），(https://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/ex/labor_pdf_data/labor_R06.08.pdf)
- 2) 一般財団法人建設業振興基金：建設業における多能工施工ハンドブック，(<https://www.kensetsu-kikin.or.jp/tanoukou/images/handbook/h30handbook.pdf>)
- 3) 平川雄太，山口悟司，市村靖光，堤達也：コンクリート躯体工における多能工施工の実態調査と今後の展望，第41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，2023。
- 4) 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) 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。

(2024.10.28受付)

BASIC ANALYSIS ON THE PRODUCTIVITY OF MULTI-SKILLED WORKERS IN THE CONCRETE CONSTRUCTION

Yuta HIRAKAWA, Satoshi YAMAGUCHI, Yasumitsu ICHIMURA and Tatsuya TSUTSUMI

In Japan, labor shortage of specialized contractor, such as reinforcing iron and rebar workers and formwork carpenters, is getting more serious. In this case, construction by multi-skilled workers can be an effective way. However, there are many unknowns about the productivity of construction by multi-skilled workers in civil engineering works, because most previous studies focused on building works. In this paper, by using daily reports and videos in a new bridge abutment construction, we analyzed the productivity of construction by multi-skilled workers. In addition, we discussed the effect of utilizing multi-skilled workers in civil engineering works.