

地震等外力に合理的に対応した 設計・施工・品質管理マネジメントシステム

Design, execution, and quality control management system adapted rationally to earthquakes and other external force.

(研究期間 平成 16 年度～)

—道路橋の性能設計に関する研究—

—Research on the performance based design of highway bridges—

道路研究部 道路構造物管理研究室		室長	玉越 隆史
Road department Bridge and Structures division		Head	Takashi TAMAKOSHI
主任研究官 七澤 利明		主任研究官	市川 明広
Senior Researcher Toshiaki NANAZAWA		Senior Researcher	Akihiro ICHIKAWA
主任研究官 小林 寛		研究官	川間 重一
Senior Researcher Hiroshi KOBAYASHI		Researcher	Shigeichi KAWAMA
研究官 石尾 真理		研究官	武田 達也
Researcher Marie ISHIO		Researcher	Tatsuya TAKEDA

In this report, the result of the research on highway bridges that for the evaluation of the new technology, for the performance based design, and for the fatigue design.

[研究目的及び経緯]

道路分野では、「コスト構造を改革し、道路資産を計画的に形成する(つくる)」ことが施策目標の一つに掲げられている。この目標を実現するため、技術基準類の性能規定化、コスト縮減に資する新しい技術の導入を促す環境の整備が課題となっている。

現在、日本道路協会が改訂作業を進めている道路橋示方書(以下「道示」という。)に関しては、一層の性能規定化を進めるため、「要求性能の明確化(設計供用期間の設定)」、「部分安全係数の設定」、「みなし仕様の充実」が次期改訂の基本方針として掲げられている。

道路構造物管理研究室では、道路橋示方書をはじめとする技術基準類の性能規定化等に向けた動きを支援するため、18年度は、以下に示す3項目について、調査研究、資料作成を実施した。

- (1) 道路橋の新技术評価に関する研究
- (2) 道路橋の要求性能および安全係数に関する研究
- (3) 道路構造物の耐久性設計に関する研究

[研究内容と成果]

(1) 道路橋の新技术評価に関する研究

現在、道路橋のコスト縮減の観点から、様々な新技术(材料、構造、工法等)が提案されている。一方、現行の技術基準においては経験的な規定が多く、新技术の開発目標およびその評価方法が明確ではないため、新技术の普及が必ずしも円滑に進んでいないのが現実

である。

その理由として、新技术が提案される中には、道示に具体の規定がなく信頼性が確認されていない構造や材料を用いて、「性能規定は、従来の解によらない自由な解を提案する」といった理解としか思えないような提案も多いことが背景にある。一方、新技术の提案やそれを審査する立場にある技術者は、高い技術力を持ち、常に新しい技術に挑戦したいと考えることが望まれるが、それぞれが構造物の計画・設計・施工・維持管理を総合的に経験する場が少なくなっており、スタンダードな道路構造物でさえも、体系的に理解できる環境が整っていない。さらに、設計に必要なコンピューター等のツールが進歩したことで、机上でのみ新技术を生み出したつもりになり、施工性、維持管理性といった机上では再現が困難な検討事項を無視した提案も少なくないのが現状である。

本研究では、新技术に関する最近の知見を類型化し、概ね、以下のように分類した。

- ①これまでの基準にない新しい材料の使用(高強度コンクリート, FRR, アルミなど)
 - ②道示に構造規定が全くないもの(鋼コンクリート合成床版, 波形鋼板構造など)
 - ③既存の規定の適用範囲を逸脱するもの(床版支間の長支間化, 部材の省略など)
- これらに対し、新技术導入にあたっての現場での新技

術導入を支援する考え方を示したガイドラインを、性能規定化を目指す技術基準改定を一層支援する基礎資料としてとりまとめた。

(2) 道路橋の要求性能及び安全係数に関する研究

現在、道路橋の設計基準は許容応力度設計法から部分係数設計法への転換が検討されており、基準で考慮すべき荷重や材料、照査式などの根拠データの収集や、信頼性等の分析が行われている。

平成 18 年度は、表-1 の項目で、海外及び他構造物の基準を調査し、道示改訂の参考となる情報を整理するとともに、性能規定の具体化、信頼性理論や部分係数設計法の道示への導入に際し、現行道示の課題を整理した。また、道路橋の設計で考慮する荷重について、供用年数を考慮した検討を実施するとともに、設計に用いる荷重の組合せに関する検討を行った。

表-1 海外の基準及び他構造物基準等の整理

	AASHTO	CHBDC	ISO2394	Eurocode	鉄道	港湾	その他
① 性能の差別化	●	●	●	●	●	●	建築
② 設計供用期間	●	●	●	●	●	●	建築
③ 設計で考慮する現象	●	●		●	●	●	建築
④ 設計で考慮する状態	●			●	●	●	
⑤ 要求性能	●			●	●	●	
⑥ 信頼性解析方法	●	(OHBDC)	●	●	●	●	
⑦ 設計書式	●			●	●	●	

表-2 耐久性設計の性能規定への具体化

タイプA	橋の供用期間内に損傷が生じないように部材の耐久性評価期間を設定する。
タイプB	橋の供用期間内に損傷が生じないように補修を実施する。(塗装塗り替え等)
タイプC	部材の耐久性評価期間ごとに交換、補修、補強を実施する。(支承、伸縮装置等)

これらの考え方については、部材の種類や劣化の特徴によって異なるが、今後の基準にどのように反映させていくのか検討していく。

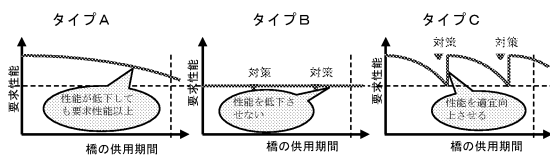


図-2 耐久性設計の性能規定への具体化

(3) 道路構造物の耐久性設計に関する研究

道路構造物のライフサイクルコストを削減するためには、新設時のコストだけでなく、維持管理も含めたトータルのコストを下げる必要があります。耐久性に優れた構造物の設計を可能にすることはライフサイクルコストの削減にきわめて有効である。

平成 18 年度は、PRC 部材の耐久性、凍結防止剤に対する耐久性を考慮した道路構造物の設計法に関する研究を実施した。

PRC 部材は、近年、道路橋の分野でコスト削減等の

観点から多数提案がなされている新工法・新技術の一つであり、採用に向けての検討が増えつつある。一方、ひび割れ幅を照査することで耐久性と耐荷力を制御する本構造に対する既存の設計手法は、現行の道路橋示方書に規定のある PC、RC 構造との関係が明確でない。そこで平成 18 年度は、供用から約 40 年経過している橋梁について、環境や材料、車両に対する挙動等の調査を実施した。その結果、大型車の通行の影響により耐久性が低下している可能性があることがわかった。

凍結防止剤は、1991 年に「スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律」によりスパイクタイヤを全面禁止して以降、路面の凍結を防止する目的で多量に散布されている。凍結防止剤には塩化物が含まれており、これまで塩害といえば、海からの風によって運ばれる飛来塩分によるものが一般的であったが、これにより、今まで塩分の影響を受けないとされる地域においても塩害が懸念される状況となっている。

平成 18 年度は、凍結防止剤の散布路線の橋梁にどの程度の影響があるかを把握するため、橋梁形式、近接地山などの地域環境の違いにより付着塩分量に違いがあるかについて、付着塩分量測定を実施した。

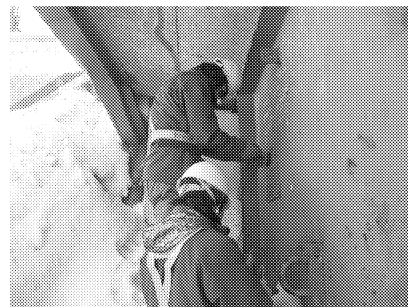


図-4 付着塩分量測定状況

【成果の発表】

成果の発表については、国総研資料及び各種論文等で発表の予定である。

【成果の活用】

成果は、部分係数設計法の書式への対応を目指す道路橋示方書の改訂をはじめ、各種基準の検討に反映される。

地震等外力に合理的に対応した 設計・施工・品質管理マネジメントシステム

Management systems for design, construction, and quality control
consistent with external forces

(研究期間 平成 15～19 年度)

—道路橋の設計地震動に適した地域別補正係数の検討—

Study on zone factors of design ground motion for highway bridges

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	小路 泰広
Head	Yasuhiro SHOJI
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	宇佐美 淳
Researcher	Jun USAMI

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has developed the probabilistic seismic hazard maps utilizing data of past earthquakes, active faults, and inter-plate earthquakes. In this study, we develop zone factors of design ground motion based on the seismic hazard analyses.

〔研究目的及び経緯〕

過去に発生した地震の記録に基づく地震ハザードマップは種々提案されており、地域性を考慮した設計地震動の設定に活用されている。しかしながら、これらは活断層やプレート境界で繰り返し発生する大規模地震の発生位置や切迫性等の情報が十分に反映されたものではない。

本研究は、活断層やプレート境界地震に関して近年蓄積されつつある最新の知見を活用して地震ハザードを評価し、それに基づいて道路橋示方書に規定される地域毎の設計地震動を適正化することにより、必要な耐震安全性の確保と耐震対策コストの合理化に資するものである。

18年度はレベル2地震動を対象に、ある一定の信頼性指標を確保する観点から、道路橋の設計地震動に適した地域別補正係数の素案を作成した。

〔研究内容〕

道路橋示方書の設計地震動（レベル1地震動、レベル2地震動タイプI、同タイプII）は、標準加速度応答スペクトルに地域別補正係数（現行は1.0, 0.85, 0.7の3種類、図-1参照）を乗じることで得られる。現行の地域区分や地域別補正係数は、これら2段階3種類の設計地震動について同じものが用いられている。

現在、道路橋示方書全体として部分安全係数法への移行が検討されているところであり、地域別補正係数についても荷重係数の地域差を小さくする観点から検討する必要がある。そこでレベル2地震動を対象に、まず全国を代表する55地点において、信頼性指標2または3を確保するために必要となる設計地震動レベルの超過確率を整理した。信頼性指標は構造物の損傷確率のレベルを表す指標であり、信頼性設計において部材ごと、損傷モードごと、あるいは構造物ごとの損傷確率を比較するため等に一般に用いられるものである。

次に、それぞれの超過確率をもつ地震動レベルを算出し、現行の標準設計地震動の強さを1とする規準化を行うことにより、全国各地での地域別補正係数を試算した。

〔研究成果〕

全国55地点のII種地盤（道路橋示方書の地盤種別）に建設される固有周期1.0[s]のRC橋脚を対象とし、レベル2地震動タイプI（プレート境界地震の地震動）およびタイプII（内陸直下地震の地震動）の0.55, 0.7, 0.85, 1.0, 1.15, 1.3倍の地震力に対してそれぞれ設計した。地震ハザード解析（固有周期1.0[s]の加速度応答スペクトル値）と静的照査を組み合わせたモンテカルロシミュレーションにより、上記2×6=12種類のRC

橋脚の信頼性指標を計算した。なお、この計算では道路橋の供用期間を100年と想定し、2007年1月からの100年間を対象とする信頼性指標を計算した。また、外力と耐力のモデル化による誤差が生じないように、工夫して計算を行った。

その結果、タイプIでは静岡・高知・御前崎・串本など東海・東南海・南海地震の震源域近傍の地点、タイプIIでは松本・大津など活断層近傍の地点における信頼性指標が最も小さくなること、また地点ごとにばらつくものの、タイプI地震動に対して信頼性指標2および3を確保するためには、それぞれ100年超過確率10%程度、1%程度の地震動、同様にタイプII地震動に対しては、それぞれ100年超過確率3%程度、0.3%程度の地震動で設計する必要があることが分かった。

例として、信頼性指標2を確保することを目標に、タイプI地震動については100年超過確率10%、タイプII地震動については100年超過確率3%となる地震動レベルを計算し、それに現行示方書の標準設計地震動レベルを1とする規準化を施すことにより、地域別補正係数を算出した結果を図-2に示す。ここでは現行示方書と同様の基準により、補正係数を1.0、0.85、0.7の3種類に丸めた場合の地域区分を示している。

図-2(a)は海溝型地震を対象とし、レベル2地震動タイプIの地域別補正係数を試算した結果である。大規模なプレート境界地震の発生が予想される地域の沿岸部を中心に補正係数が1.0、それ以外のほとんどの地域では0.7となっている。現行基準では0.85の地域別補正係数が適用されている四国地方で1.0となっている点が特徴的であるが、これは発生が切迫している南海地震の影響である。

図-2(b)は内陸地震を対象とし、レベル2地震動タイプIIの地域別補正係数を試算した結果である。補正係数は認定されている活断層の周辺で1.0、さらにその外側で0.85となっている。特に活断層としては発生確率が高く評価されている糸魚川-静岡構造線断層帯の周辺において、補正係数1.0の地域が広がっている。

図から分かるとおり、レベル2地震動の地域別補正係数はタイプにより、また現行示方書とも異なっている。したがって、地域ごとの地震環境を反映した合理的な耐震設計のためには、タイプごとに地域別補正係数を設定する必要がある。

【成果の発表】

片岡・他：短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式，土木学会論文集A, Vol. 62, 2006.

【成果の活用】

本研究の成果は、道路橋示方書の改訂に際し、地域別補正係数の設定に活用される。

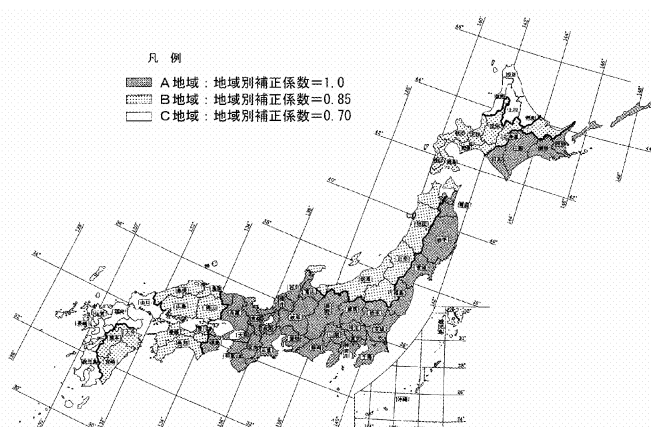
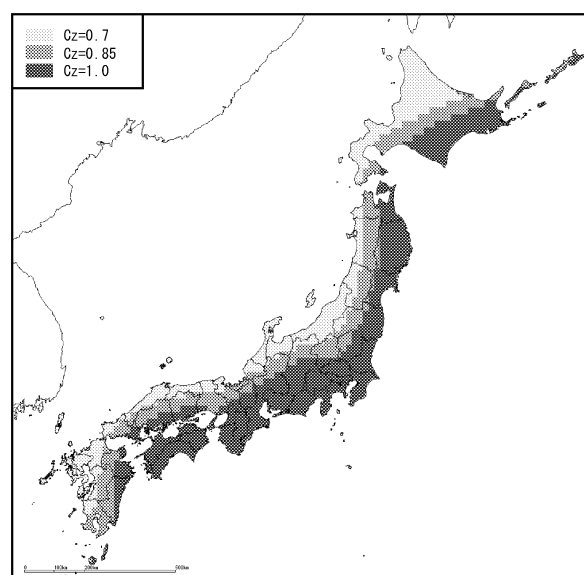
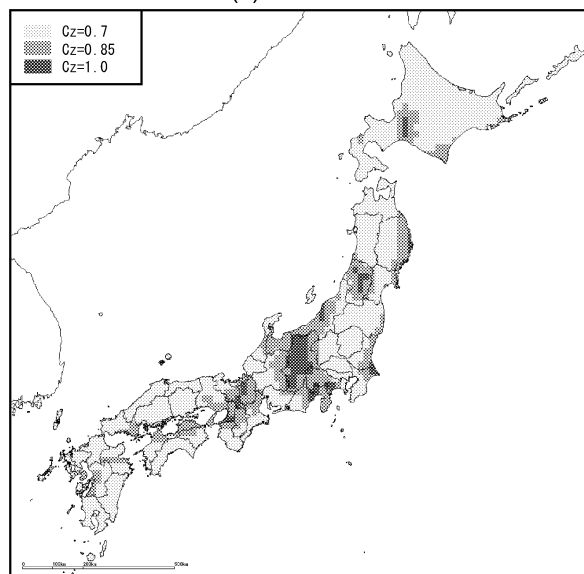


図-1 現行示方書の地域別補正係数



(a) タイプ I



(b) タイプ II

図-2 信頼性指標2を確保するための地域区分例

CM等競争的で透明性の高い調達システムに関する検討

Research for Competitive and Transparent Procurement System such as Construction Management Contract Method

(研究期間 平成16～19年度)

総合技術政策研究センター 建設マネジメント技術研究室
Research Center for Land and Construction Management
Construction Management Division

室長 伊藤 弘之
Head, Hiroyuki ITO
主任研究官 堤 達也
Senior Researcher, Tatsuya TSUTSUMI

The objective of this research is to propose more competitive and transparent procurement system by analyzing the trials of overall evaluation bidding method with technical proposal, construction management contract method, value engineering in the design phase and so on.

[研究目的及び経緯]

「入札契約適正化の徹底のための当面の方策」(平成15年4月、大臣官房技術調査課他)において、①技術力による競争入札の拡充 ②入札参加者の技術力競争審査等を強化・徹底することとされており、コスト構造改革においても主要施策として技術力競争促進をベースとした最適調達を図ることとされている。コスト構造改革に取り組むとともに必要な道路整備・管理を効率的に実施していくために、総合評価方式、VE等民間の技術力を適切に評価するとともに、CM等マネジメント技術の導入を図り、競争的で透明性の高い調達システムの実施に向けた入札・契約方式の提案を進めることを目標とし、以下の項目について、試行を通じた制度提案を行うとともに、ガイドライン等を整備し、道路工事実施に順次適用することとする。

- ・総合評価落札方式の手引き・事例集の作成
- ・CM方式運用ガイドラインの策定
- ・設計VEガイドライン適用事例集の作成

[研究内容]

平成18年度は、直轄工事における総合評価方式の実施状況を分析し、受発注者からの意見・要望、地方公共団体における実施状況等を踏まえ、平成17年9月に策定した「公共工事における総合評価方式活用ガイドライン」(以下「ガイドライン」という。)を見直した。

[研究成果]

- (1) 直轄工事における総合評価方式の実施状況の分析

ガイドラインにおいて規模の小さな工事に適用できる簡易型が位置付けられたことにより、平成17年度下半期以降、総合評価方式の適用件数が大幅に増加した。実施状況を図-1に示す。なお、平成18年度は、全発注工事のうち、件数で5割、金額で8割以上の工事に総合評価方式を適用することを目標としている。

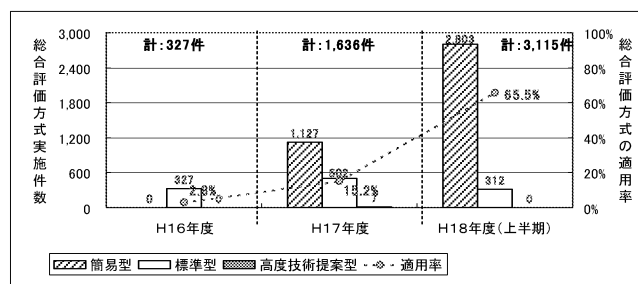
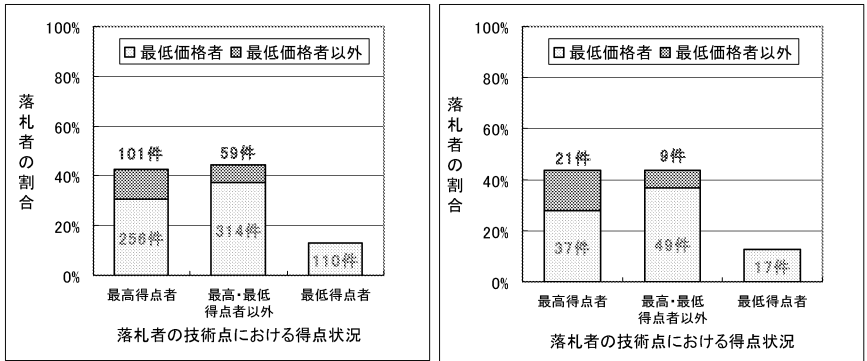


図-1 総合評価方式の実施件数

図-2に平成18年度上半期の簡易型及び標準型における落札者の内訳を示す。いずれも半分以上の案件において技術点で最高得点以外の者が落札しており、そのほとんどが最低価格者である。今年度から各地方整備局において加算点を拡大しているが、現行の方式では依然として価格の影響が大きいといえる。

図-3に各地方整備局における簡易型の評価項目の配点を示す。整備局により評価項目、配点ともにばらつきがあるが、簡易な施工計画の配点が高いほど技術点に差が付きやすい傾向が見られており、施工計画が技術力評価において有効であるといえる。また、競争参加資格の要件として審査している企業の同種・類似工事の施工実績や配置予定技術者の資格等は評価結果に有意な差が生じにくい一方、企業及び配置予定技術者の過去の



(a) 簡易型 (b) 標準型

図-2 総合評価方式における落札者の内訳

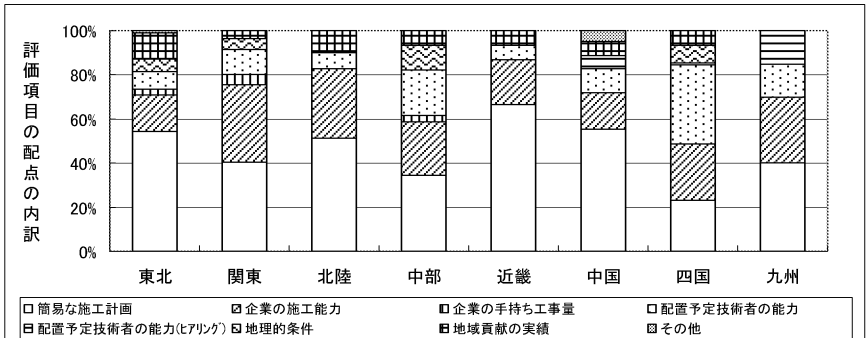


図-3 簡易型における評価項目の配点

工事成績や表彰実績の有無、技術開発の実績の有無、継続教育(CPD)の取り組み状況等は評価結果に差が生じやすい傾向が見られた。

【成果の発表】

・「公共工事における総合評価方式活用検討委員会報告」の公表(平成19年3月)

(<http://www.nilim.go.jp/lab/peg/index.htm>)

【成果の活用】

委員会報告を踏まえ、昨年9月に策定した「国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン」の改定が予定されている。

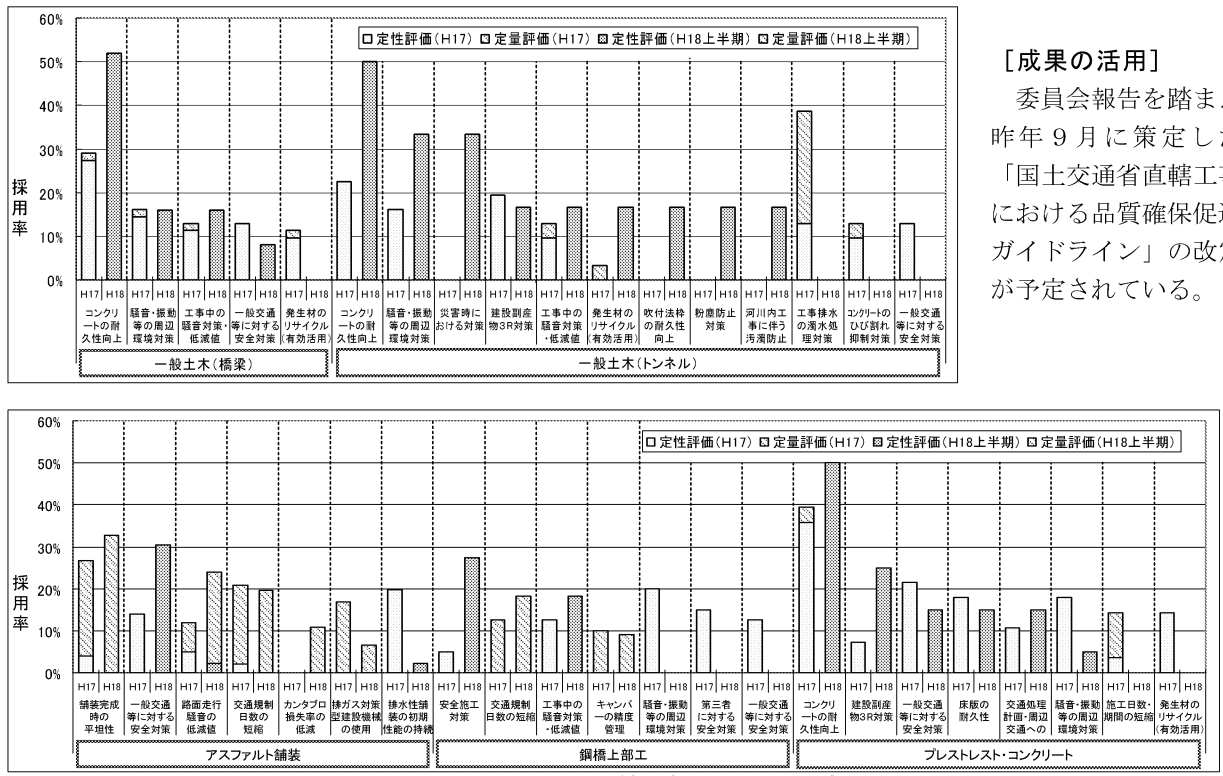


図-4 標準型における技術提案の課題設定

道路工事の外部不経済等の予測

Evaluation of the external diseconomies caused by road works

(研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度)

－事業便益の早期発現をはじめとする総合コスト縮減の実績分析－

Study of overall cost reduction effect including reduction of construction time

総合技術政策研究センター 建設システム課
Research center
For Land and Construction Management,
Construction System Division

課 長 尾関 信行
Head Nobuyuki OZEKI
主任研究官 武田 浩一
Senior Researcher Koichi TAKEDA

To achieve the target of the Cost Structural Reform Program and to furnish efficient data for study of the new cost reduction program (tentative), cost reduction data of fiscal H17 was analyzed with the data from contract database. A current situation among new construction technology and method for the Program was also investigated.

[研究目的及び経緯]

道路行政においては、厳しい財政制約のもとで社会資本整備を着実に進めていくことが要請されており、平成 15 年度に策定された「公共事業コスト構造改革プログラム」に基づき、平成 19 年度までの 5 年間で総合コスト縮減率 15%の達成が目標に掲げられている。

本研究では、現行プログラムの最終年度における目標達成支援および平成 20 年度以降の次期コスト縮減プログラムの策定のために、現行プログラムでのコスト縮減の取り組み状況の分析を行う。

[研究内容]

平成 17 年度に国土交通省が実施した道路および河川の全工事データを契約データシステムから抽出し、コスト縮減実績データと比較することで、コスト縮減の取り組み状況を工事単位で分析した。

また、入手した工事データを契約工事区分や積算工事区分に分類し、コスト縮減実績の傾向を分析するとともに、コスト縮減のために採用された新技術・新工法の内容について分析した。

さらに、平成 17 年度において道路事業便益の早期発現に寄与した工事実績を収集し、内容を分析した。

[研究成果]

1. 工事コスト及び将来の維持管理費縮減実績の分析

1.1 コスト縮減が実施された工事件数

道路および河川関連の約 1 万 5 千件の工事を対象に、コスト縮減施策（工事コストと将来の維持管理費

を対象）の有無を調査し、表 1 に整理した。

道路事業については、コスト縮減が実施された工事件数は全工事の 28%であった。今後に向けてこの比率を向上させることが、コスト縮減の促進に重要である。参考までに、平成 16 年度の関東地方整備局の道路事業においては約 23%であった。

表 1 コスト縮減の取り組み状況の比較

区 分	H17 全工事	H17 道路
工事件数	15,150 件	8,085 件
縮減実施工事件数 (※)	4,011 件	2,281 件
縮減が実施された 工事件数の比率	26.5%	28.2%

※ 工事コスト縮減および将来の維持管理費の縮減が実施された工事件数

1.2 契約工事区分での分析

入札参加資格に広く用いられている工事種別データを、各地方整備局等で運用している契約管理データベース（通称 CCMS 等）から抜き出し、調査対象の全工事を契約工事区分で分類し分析を行った。

表 2 は、コスト縮減額が大きい順に契約工事区分を並べたものである。コスト縮減が実施された約 4 千件の工事のうち、一般土木工事は工事件数が最多で全体の 55%を占め、縮減額では全体の 75%を占める。

図中の「個別縮減施策」とは、「建設発生土の有効利用」や「コンクリート 2 次製品の活用」などコスト縮減のための具体的な取り組みであり、個別縮減施策 1 件当たりの縮減額は契約工事区分で差異が見られる。

表2 契約工事区分によるコスト縮減額の分析
(縮減額上位5工種)

契約工事区分	縮減額 (百万円)	縮減実施 工事件数 (件)	個別縮減 施策数 (件)	個別縮減施 策1件当り の縮減額 (百万円)
一般土木	85,592	2,188	3,009	28.4
維持修繕	8,185	877	1,074	7.6
アスファ ルト舗装	3,905	349	413	9.5
鋼橋上部	2,674	65	87	30.7
舗装	2,440	109	131	18.6
総計	113,413	4,011	5,204	21.8

1.3 積算工事区分での分析

調査対象の全工事を、工事積算の際に適用する積算工事区分により分類し、分析を行った。分析例として、図1にコスト縮減が実施された工事1件当たりの平均縮減額を積算工事区分別に示す。

図2は、積算工事区分別に個別縮減施策の件数や縮減額の分布を分析した例である。

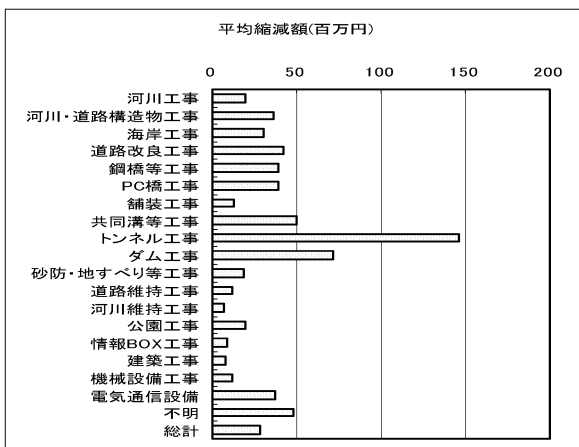


図1 積算工事区分による平均縮減額の分析

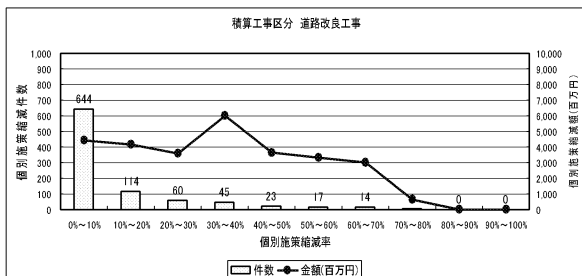


図2 積算工事区分による詳細分析

2. 新技術・新工法の採用状況

平成17年度の道路および河川事業のコスト縮減施

策として採用された新技術・新工法の実績を分析した。採用件数の上位10種を表3に示す。採用された新技術・新工法の多くが10年以上前に開発されたものである。今後さらなるコスト縮減を図るためには、新しい新技術・新工法を積極的に採用していくことが求められる。

表3 平成17年度に採用された新技術・新工法
(採用件数上位10種類)

名称	H17採用件数	開発年
広幅鋼矢板	83件	2004
長寿命化舗装	33件	1994
テノコラム工法	25件	1980
鋼管ソイルセメント杭工法	20件	1991
サンドイッチ頂版	20件	不明
ランドルストリップス工法	18件	2005
腐植酸吹付工	11件	1990
PCコンボ橋	10件	1995
炭素繊維シート接着工法	9件	2002
植生誘導吹付工	9件	1997

※開発年はNETIS情報

3. 事業便益の早期発現に関する実績

道路関連において平成17年度に事業便益の早期発現が計上された工事として、17件確認できた。

事業工期短縮の内訳は、1年以下が8件、2年以下が6件、2年超が3件であった。

また、工期短縮のための具体的な施策内容は、事業の重点化・集中化、新技術の活用、供用区間の短縮などが上げられている。

【成果の発表】

本研究の成果は、平成19年度以降の「コスト縮減フォローアップ要領の手引き」に反映させて各事務所・地方整備局等に情報提供する予定である。

また、コスト縮減の状況分析結果は、本省技術調査課との現行コスト縮減プログラムのフォローアップならびに次期コスト縮減プログラムの検討の際に活用された。

【成果の活用】

本研究の成果は、毎年度実施されるコスト縮減実績のフォローアップに活用されることで、総合的なコスト縮減施策の促進・普及に寄与している。

また、現行コスト縮減プログラムの実施状況を分析することで、アカウントビリティの向上および次期コスト縮減プログラムの検討および策定に活用される。