

土木構造物の設計標準化によるコスト縮減について

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○市村 靖光*

//

溝口 宏樹*

By Yasumitsu ICHIMURA, Hiroki MIZOGUCHI

国土交通省では、土木構造物のコスト縮減を図るために、①構造物形状の単純化、②使用材料および主要部材の標準化・規格化、③構造物のプレキャスト化の3つの施工合理化策を提言し、土工構造物（側こう・暗きよ、擁壁）、橋梁構造物（橋梁上部工・下部工）および河川構造物（樋門）について、これらの基本方策を取り入れた設計標準化を行っている。今回、土木構造物の設計標準化に関して、施工合理化以外の幅広いコスト縮減方策に関する要望調査を実施し、提案された方策を取り入れた標準化の可能性を考察し、あわせてコスト縮減効果の試算を行ったので報告する。

【キーワード】設計標準化、施工合理化、コスト縮減

1. はじめに

国土交通省では、コスト縮減施策の一環として、鉄筋コンクリート構造物の設計に際し、従前のコンクリートや鉄筋等の使用材料の最少化を重視する設計思想から、施工能率の向上を重視する設計思想への転換（「材料ミニマム」から「労働量ミニマム」）を図り、総合価格を最小とするための検討を行っている。

施工合理化に当たっての基本方針は、構造物に要求される安全性、機能性および品質等を従前と同等以上に確保することを前提として、作業時における安全性の向上を図りつつ、少ない作業人員で、かつ熟練工でなくても施工が容易となるようにすることである。そのための具体的な方策として、①構造物形状の単純化、②使用材料および主要部材の標準化・規格化、③構造物のプレキャスト化の3項目を基本とした。ここで、構造物形状の単純化等により材料費は多少増加する傾向にあるが、現場作業の省人化により労務費をそれ以上に減らせば、トータルで工事費を低減できると考えた。

これらの基本方策は、「土木構造物設計ガイドライン」¹⁾に明示している。また、本ガイドラインおよび上位基準（道路橋示方書、道路土工指針、河川砂防技術基準等）に従った土工構造物、橋梁構造物、河川構造物に関する具体的な施工合理化方策を取り

まとめた「土木構造物設計マニュアル（案）[土工構造物・橋梁編]」²⁾および[樋門編]³⁾を作成している。

今回、土木構造物の設計標準化に関して、施工合理化以外の幅広いコスト縮減方策に関する要望調査を実施し、提案された方策を取り入れた標準化の可能性を考察し、あわせてコスト縮減効果の試算を行ったので報告する。

2. 調査方法

国土交通省の各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局、地方自治体、建設コンサルタントを対象に、アンケート調査を行った。各機関別の回答件数は、国土交通省162件、地方自治体48件、コンサルタント347件である。

3. 調査結果

(1) 提案されたコスト縮減方策の整理

図-1に示すように、新たなコスト縮減方策として、「新技術・新材料の採用」、「LCC（ライフサイクルコスト）を考慮した設計・施工法の導入」の件数が多く、少数意見ではあるが「既設構造物の補強」、「CALS」、「リサイクル、環境負荷低減」に関する方策も挙げられた。これらの方策は、特定の工種ではなく、構造物全般に対してのものが多く、具体的内容のいくつかを表-1に示す。これらの方策を取

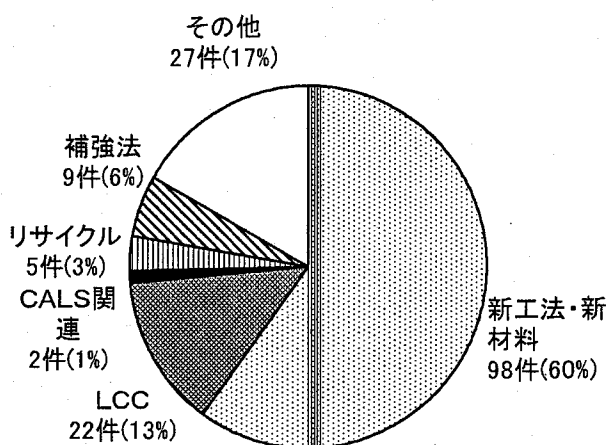


図-1 提案されたコスト削減方策の分類

り入れた設計標準化の可能性や方向について、以下のように考察した。

- ①新技術・新工法および既設構造物の補強法については、性能設計に移行している現状では、設計の自由度を損なう標準化はそぐわない。むしろ、評価法や選定基準を整理し、利用者の支援を図るシステムを確立することが重要である。
- ②LCCを考慮した設計・施工法については、インシタルコストの削減には限界があることから、今後最も重要な方策であると考えられる。課題

としては、構造物ごとの耐用年数の設定法、損傷レベルの客観的な評価法等の確立が挙げられる。標準化という観点では、維持管理の容易な構造の標準化、使用材料の標準化が挙げられる。

- ③設計情報の共有化については、共有する情報の内容の決定、データ形式の標準化、システム環境の整備が課題であるが、知的財産である個々の設計情報がどこまで共有できるか疑問も残る。また、また、電子納品が求められる現状では、紙ベースの提供にとどまる標準設計の電子データ化が望まれている。現在改訂作業中である橋梁下部工標準設計では、CADデータ作成支援のために、設計条件、構造寸法、材料数量等を電子データで提供する予定である。

- ④リサイクル、環境負荷低減については、個別の現場条件の影響が大きいと、工法そのものの標準化は難しいが、使用材料の標準化、事例集の作成は可能であると考えられる。また、コスト削減率の算定法の確立が必要であるが、今後のグリーン調達品目の審査にあたっても、定量的に環境負荷低減効果を判断できる品目の提案が求められており、徐々に定量化されていく

表-1 設計標準化に関連したコスト削減方策の具体的な内容

コスト削減方策	工 種	具体的な内容
新技術・新工法	構造物全般	・新工法・新材料の適用条件の規格化、選定マニュアルの作成 ・複合構造の採用 ・主要部材の軽量化（炭素繊維等の使用） ・プレキャスト型枠の本体構造としての利用 ・仮設構造物の本体構造としての利用 ・景観製品および多自然製品の標準化
	橋梁構造物	・PC床版等のプレキャストセグメントの標準化 ・SRC構造の採用
	土工構造物	・補強土擁壁の標準化、選定マニュアル作成 ・ヒューム管、PC管以外（FRPM管等）の標準化
	河川構造物	・門柱レスゲートの採用
LCC考慮	構造物全般	・維持管理のしやすさに配慮した施設構造寸法の標準化 ・ライフサイクルを長くするための材料・対策の規格化
	橋梁構造物	・耐候性鋼材の使用
CALS関連	構造物全般	・情報の共有化により、類似構造物の設計データを有効利用 ・標準設計をCADデータで提供
リサイクル促進	構造物全般	・建設副産物の有効利用を図るために、例えば、ウッドチップを用いた舗装、間伐材による木製土留め等の標準的な工法を例示
補強法	構造物全般	・補強工法の選定マニュアル作成
	橋梁構造物	・コンクリート、鋼板巻立て、炭素繊維シート補強等の耐震補強工法について、主要部材の標準化・規格化
その他	構造物全般	・発注機関で異なる基準の統一化 ・低廉な海外の資材・機材の使用拡大 ・高齢者の安価な労働力の確保

と考えられる。

(2) コスト削減効果の試算例

(a) LCC を考慮した設計

LCC を考慮した設計の例として、樋門ゲートのステンレス化の例を示す。試算に当たっては、30～40 年経過した樋門の改修事例が多いことから、耐用年数を 40 年と仮定した。また、ランニングコストの塗装および水密ゴム取り替えの時期は 10 年毎とし、単価等は表－2 の通りとした。ゲートをステンレス化した場合の経済性を LCC で評価すると、図－2 に示すとおりとなる。各ゲートサイズともに、ステンレス製 (SUS 材) の扉体は、従来の鋼製 (SS 材) よりも製作費が 1.5 倍程度割高となるが、LCC では同等以下となった。これらの結果を考慮し、現在改訂作業中の樋門標準設計では、管理橋等の他の構造物も含めて、LCC を考慮した設計標準化を進める予定である。

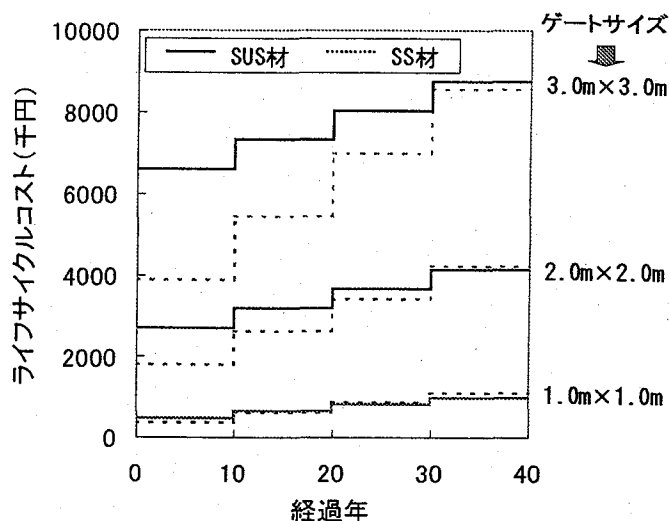
(b) 標準設計の電子データ化

改訂作業中の橋梁下部工標準設計では、以下の 2 つの基本方針に従った提供方法を検討している。

- ① 標準設計は、それをもとに利用者が自らの CAD 環境のもとで詳細設計図面を作成することを前提に、詳細設計時にそのまま活用できる構造物の安全性およびコストに係わる設計データの標準化を行い、わかりやすい構造諸元図として提供する。
- ② 民間による専用 CAD の開発の促進やそれを利用した間違いのない設計図面の作成、あるいは

表－2 試算条件

ゲート サイズ	材質	製作費	塗装		水密ゴム取替	
			単価	回数	単価	回数
1.0m×1.0m	SS	380	70	3	170	3
	SUS	470	-	0	170	3
2.0m×2.0m	SS	1,800	330	3	480	3
	SUS	2,700	-	0	480	3
3.0m×3.0m	SS	3,900	830	3	720	3
	SUS	6,600	-	0	720	3



図－2 LCC の試算結果

設計業務支援を目的に、必要最小限の情報（構造寸法、配筋情報、材料数量）の数値を、これまでの紙を媒体にした標準図面集、数値表、解説書に加えて電子データとしても提供する。

表－3 は、電子データのイメージを示したもので、CAD 図面作成時にこれらを活用することで、データ入力ミスの防止、入力時間の短縮（数時間程度）が図られる。また、設計照査や概算コスト算出等の設

①設計条件・構造寸法														
設計 番号	図面 番号	設計条件							構造寸法					
		橋台高 H(m)	パラベ ット高P (m)	橋座幅 B(m)	上部工反力 (KN/㎡)		設計水 平震度 k _h	支承 条件	各部材幅 (m)			各部材高 (m)		
					R _D	R _L			B1	...	BT	H1	...	HT
0001	001	9.0	3.0	1.2	250	100	0.16	F	0.5	...	6.5	3.0	...	9.0

②配筋情報														
設計 番号	図面 番号	配筋情報												
		パラベット												
		前面軸方向鉄筋			前面配力鉄筋		背面軸方向鉄筋			背面配力鉄筋		スターラップ		
		径	間隔	距離	径	間隔	径	間隔	距離	径	間隔	径	間隔	本数
0001	001	D25	125	150	D16	125	D25	125	150	D16	125	D13	125	1

③材料数量													
設計 番号	図面 番号	1m当たり数量											
		コンクリート(m ³)				型 枠 (m ²)				鉄 筋 (kg)			
		パラ ベット	たて壁	フーチ ング	合計	パラ ベット	たて壁	フーチ ング	合計	D13	D16~ D25	D29~ D32	合計
0001	001	1.800	8.280	9.100	19.180	6.000	9.200	2.800	18.000	25.9	853.9	110.9	990.7

図－3 標準設計成果の電子データ化

計支援にも利用でき、設計作業の効率化に寄与すると考えられる。

(c) リサイクル、環境負荷低減

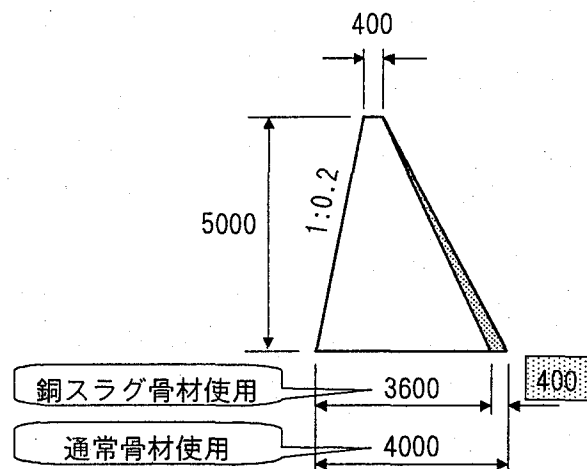
産業副産物である銅スラグをコンクリート骨材として利用することを標準化した場合、環境負荷低減が期待できるとともに、コンクリートの単位体積重量の増加による構造寸法の縮小を図ることができる。ここでは、重力式擁壁を例として、通常の骨材を使用した場合と比較し、コスト縮減効果を試算した（材料単価は同一と仮定、運搬費は考慮していない）。表－3に示す設計条件のもとで、安定条件を満足する擁壁形状は図－4に示す通りとなる。銅スラグ骨材使用の場合は、底版幅が40cm狭くできるため、施工コストとしては約7%の縮減となる。また、副産物の環境負荷は考慮しないとするならば、天然骨材製造時のエネルギー（0.077GJ/t）⁴⁾、CO₂発生量（3.5kg-CO₂/t）⁴⁾が削減できることになる。

4. 今後の課題

今回の調査で、イニシャルコストだけではなくライフサイクルコストも含めたトータルコストの縮減方策の検討等が必要であることが再認識された。今後は、標準化が効果を発揮する分野において、これらの課題を踏まえ、検討を進めていきたい。最後に、アンケートにご協力いただきました関係各位に感謝の意を表します。

表－3 重力式擁壁の設計条件

擁壁の全高	H=5.0m
基礎形式	直接基礎
擁壁背面の条件	盛土高さ 5.0m、盛土勾配 1:1.5
活荷重	$q=10\text{kN/m}^2$
擁壁本体	単位体積重量: 23.0kN/m^3 (通常の骨材使用) 単位体積重量: 25.5kN/m^3 (銅スラグ骨材使用)
裏込め土	単位体積重量: 20kN/m^3 内部摩擦角: 35°



図－4 重力式擁壁の形状

<参考文献>

- 1)建設省：土木構造物設計ガイドライン、1996
- 2)建設省：土木構造物設計マニュアル（案）－土工構造物・橋梁編－、1999
- 3)国土交通省：土木構造物設計マニュアル（案）－樁門編－、2001
- 4)土木学会：コンクリートの環境負荷評価、2002

A Study on Cost Reduction by Design Standardization of Civil Engineering Structures

By Yasumitsu ICHIMURA, Hiroki MIZOGUCHI

Abstract: In the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, in order to aim at cost reduction of civil engineering structures, three construction rationalizing policies(① Simplification of structure form, ② Standardization of use material and main components, ③ Formation of the pre cast) are proposed. This time, request investigation about broad cost reduction policies other than construction rationalization was carried out. We considered the possibility of the standardization which took in the proposed policy, and made the trial calculation of the cost reduction effect.

Keywords: Design standard, Constructability, Cost reduction