

施工性をより重視したRC構造物の設計について

建設省土木研究所 ○村椿 良範 ※

" 松井 健一 ※

By Yoshinori MURATSUBAKI, Kenichi MATSUI

建設省では、1965年当時より、公共土木工事の効率的な事業執行を図るため、建設省制定土木構造物標準設計（以下「標準設計」）という、土木構造物に対する設計の標準化を推進している。当時は、コンクリートや鉄筋等の材料費が労務費に比べて相対的に高価であったため、材料数量が最少となる設計の考え方で標準設計が作成されていた。その結果、構造物の形状や配筋は複雑化する傾向にあり、施工に際しては多くの手間と熟練工を要していた。

その後、労務賃金は材料単価に比べて大きくなった。その結果、例えば、場所打ち方式による逆T式擁壁では、全工事費に占める労務費の割合は、1965年には3割にも満たなかったものが、1995年には約6割にも達している状況にある。さらに、少子化・高齢化等が進展しており、将来、鉄筋工や型枠工といった熟練工の不足・高齢化が予想されている。

そこで、このような背景のもと、従来の材料中心の考え方から、施工性をより重視した設計の考え方への転換も、経済性の面および施工性を改善する上で重要な視点になるものと考えた。本報告は、標準設計の代表的な構造物である、RC構造のボックスカルバート、逆T式擁壁等を取り上げ、施工性を向上させる各種方策の提案およびそれらに対する経済性および施工性に関する評価結果等について紹介するものである。

【キーワード】標準設計、RC構造物、コスト縮減、施工性向上

1. はじめに

従来、標準設計を含め、場所打ち方式による鉄筋コンクリート構造物は、コンクリートおよび鉄筋等の主要材料を最少化する考え方で設計が行われていた。その結果、構造物の形状や配筋仕様は複雑化する傾向にあり、施工には多くの手間と熟練工を要していた。

上記の考え方は全工事費に占める材料費の割合が高かったことが背景にあり、主要材料の最少化は結果的に最小コストを達成していることとなっていた。

その後、労務賃金は材料単価に比べて大きくなった。その結果、工事費三要素（労務、材料、機械）の構成比率が大きく変化し、例えば、逆T式擁壁の場合、全工事費に占める労務費の割合は、標準設計の整備を開始した1965年当時約3割であったも

のが今日では約6割にも達している状況にある。さらに、建設現場においては、鉄筋工や型枠工といった熟練工の不足・高齢化が懸念されている。

そこで、本研究においては、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、かつ低未熟練工での施工を実現するために、施工性をより重視した設計の考え方への転換も重要な視点になるものと考えた。

本報告は、主に、標準設計の代表的な構造物である、RC構造のボックスカルバート、逆T式擁壁等を対象とした施工性を向上させるための各種方策および、それらに対する施工性、経済性等に

関する評価結果等について紹介するものである。

2. 従来の標準設計について

(1) 標準設計の概要

標準設計は、公共事業に係わる諸基準に基づいた、標準的な構造仕様を定めており、公共土木工事における施工図面として活用されている。これにより、標準的な構造物であれば、個々に設計を行う必要がなく、効率的な事業執行が図られている。

標準設計では以下に示す構造物を対象としており、その殆どが比較的小規模なものである。規模の大きい構造物や小規模であっても景観への配慮が特に必要な場合には、標準設計を適用せず、個別に設計を行っている。

- ①土工構造物：ボックスカルバート、擁壁
- ②河川構造物：樋門
- ③立体横断施設：横断歩道橋、横断地下道
- ④橋梁：橋台、橋脚、単純橋（PC、鋼橋）

(2) 従来の標準設計の特徴

従来の標準設計は、コンクリートや鉄筋等の主要材料が最少となる設計の考え方で、構造物の形状・寸法および配筋仕様を決めている。

標準設計における構造の特徴を、場所打ち方式による逆T式擁壁を例に紹介する。

a) 構造物の形状について

図-1は、逆T式擁壁の標準的な断面形状であり、たて壁および底版ともに、テーパ部材である。これは、たて壁や底版のコンクリートの材料費を切り詰めるために、部材の断面形状を発生断面力の大きさに応じて変断面にすることからである。

b) 鉄筋の配筋について

鉄筋の加工形状については、構造物形状が複雑化していることに起因して、複雑化し、また、その加工種類も多くなる傾向にある。さらに、主要部材の断面設計においては、主鉄筋に対する部材の有効高さを大きくとるために、主鉄筋を配力鉄筋の外側に配置したり、また、部材厚を薄くするために、鉄筋を密に配筋するという特徴がある。

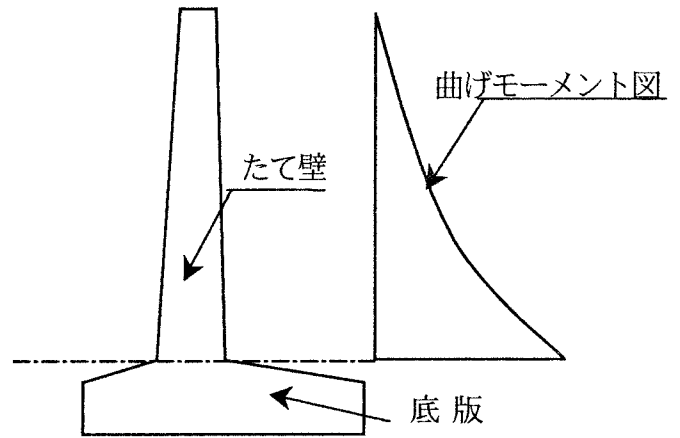


図-1 逆T式擁壁の断面形状(従来型)

3. 新しい標準設計について

(1) 背景・視点

標準設計の見直しの背景には、以下のものがある。

- ①コンクリートや鉄筋等の材料単価は、労務単価に比べて相対的に低下し、全工事費に占める労務費の割合が高くなってきていること（図-2、図-3参照）。
- ②複雑な加工ができる熟練工、技能工の高齢化や技能レベルの低下が顕在化していること
- ③土木構造物に対する施工性の一層の向上が求められていること

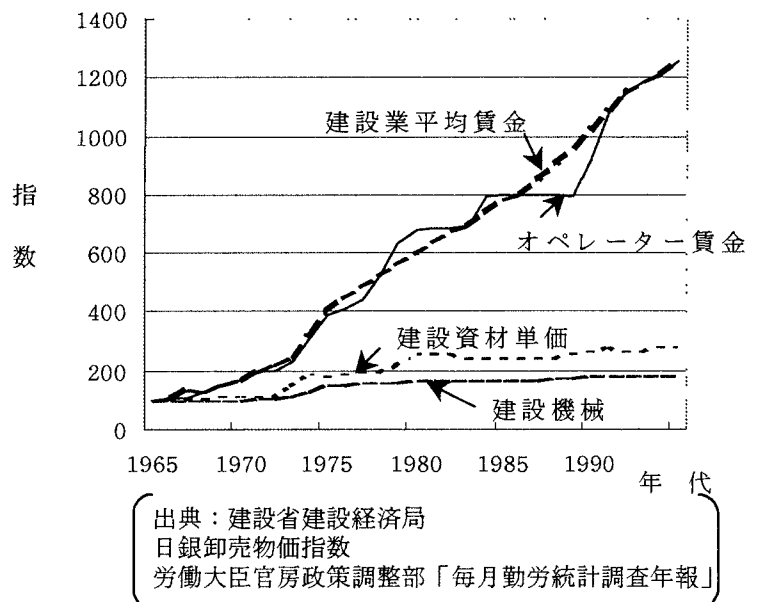


図-2 賃金・価格指数

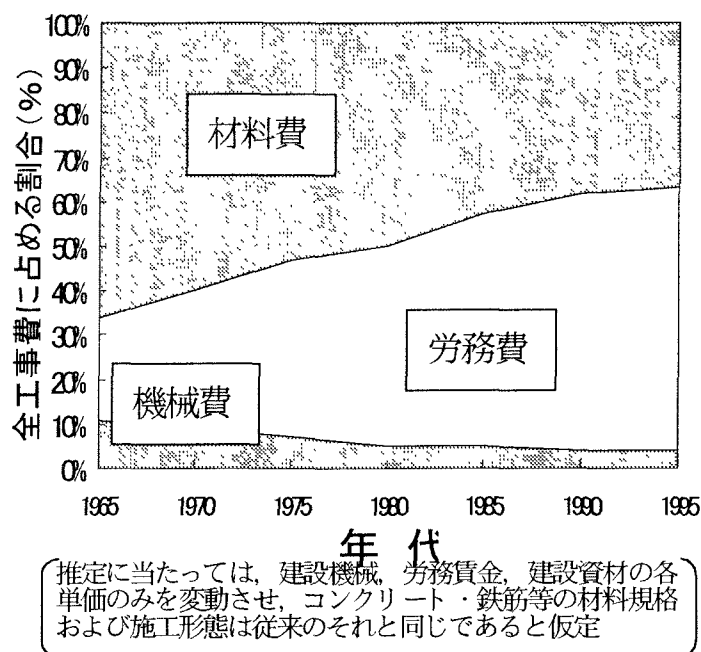


図-3 逆T式擁壁の工事費構成比率の経年変化

そこで、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に、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、かつ低未熟練工での施工を実現するために、以下のような視点を設定した。

- ①視点-1：構造物の形状を極力単純化すること
- ②視点-2：使用材料および主要部材の標準化・規格化を促進すること
- ③視点-3：構造物のプレキャスト化を促進すること

ここで、経済性の面については、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ことになる(図-4参照)。

(2) RC構造物の施工合理化策の提案

以下では、RC構造物の代表的な構造物であるボックスカルバートおよび逆T式擁壁に焦点をあて、施工性を改善するための提案方策(以下「施工合理化策」という)を示す。

表-1は、上記視点に対応する主な施工合理化策を整理したものである。

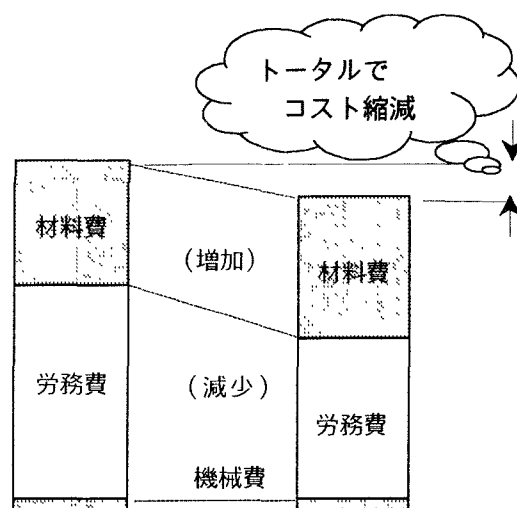


図-4 コスト縮減の概念図

表-1 ボックスカルバート等の施工合理化策

視 点	ボックスカルバート	逆T式擁壁
【視点-1】 構造物形状の単純化	①下方ハンチの廃止	②底版上面のテーパの廃止 ③たて壁形状の単純化
【視点-2】 使用材料および主要部材の標準化・規格化	①定尺鉄筋を用いた配筋 ②配力鉄筋位置の変更 など	・同左 ・同左 ③たて壁主鉄筋の断面変化の廃止 など
【視点-3】 構造本体のプレキャスト化	①製品規格寸法の集約化	・同左

a) 視点-1：構造物形状の単純化

①下方ハンチの廃止

この方策は、ボックスカルバートについて、構造上浮き型枠となる下方ハンチを原則的に廃止するものである(図-5参照)。ただし、下方ハンチを廃止することによる構造上の対応として、ハンチを廃止する隅角部(側壁下端、底版両端部)の部材断面の応力度に余裕(コンクリートの許容曲げ圧縮応力度を25%低減)を持たせた設計を行う。

浮き型枠となっていたハンチが無くなるため、作業全体の効率化が図れる他、コンクリート打設時に下方ハンチの点検作業が無くなる。

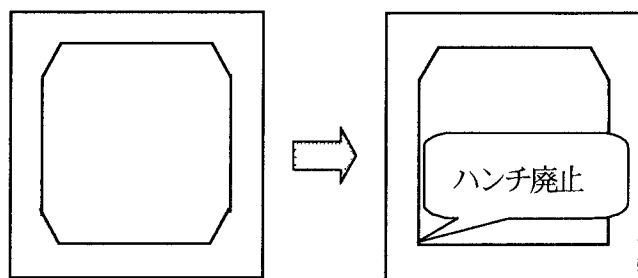


図-5 ボックスカルバート下方ハンチの廃止

②底版上面のテーパの廃止

この方策は、逆T式擁壁における底版上面のテーパを廃止するものである。

従来は、曲げモーメントの分布状態に応じて、底版上面にテーパを設けていた。

底版上面のコンクリート仕上げが容易になる他、鉄筋については、組立筋が1種類になるなど、その作業全般の効率化が期待される。さらに、底版上面が水平になるため、底版上に設置する足場工の基礎の安定性が増し、施工時における安全性も向上するものと考えられる（図-6参照）。

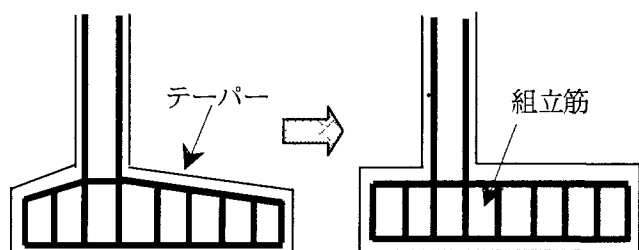


図-6 逆T式擁壁の底版上面のテーパの廃止

③たて壁形状の単純化

この方策は、逆T式擁壁のたて壁の断面形状を矩形断面に単純化するものである（図-7参照）。

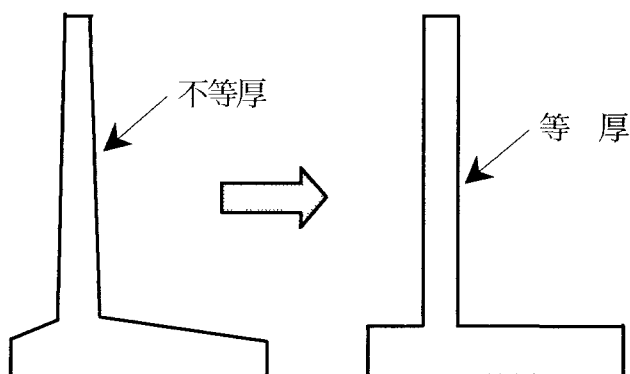


図-7 逆T式擁壁のたて壁形状の単純化

従来は、曲げモーメントの分布状態に応じて、たて壁に勾配を設けていた。

型枠組立が容易になる他、鉄筋については組立筋が1種類になる。また、作業足場は、たて壁との距離が一定になることにより、作業足場の張り出しが無くなり、組立が容易になり、かつ安全性が向上するものと考えられる。

b) 視点-2：使用材料および主要部材の標準化・規格化

①定尺鉄筋を用いた配筋

定尺鉄筋を用いた配筋とは、原則として 50cm 単位の長さで規格化された定尺鉄筋をそのまま用いる方策である。なお、鉄筋長の調整は重ね継手部や定着部で行う（図-8参照）。

従来、2 本以上の鉄筋を重ね継ぎ手の方法で配筋する場合には、定められた重ね継ぎ手長を 1 m 単位で管理していた。そのため、多くの鉄筋の切断作業を必要としていた。

鉄筋切断作業が減少するため、作業効率および安全性の向上につながり、また、鉄筋の重ね継ぎ手長や定着長の管理が容易になるものと考えられる。

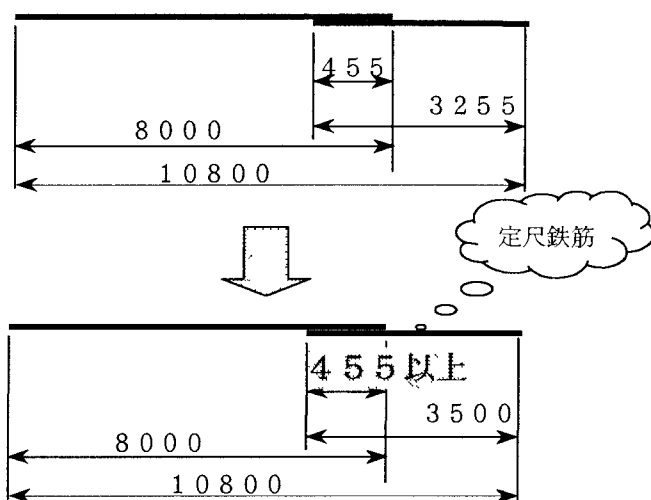


図-8 定尺鉄筋を用いた配筋

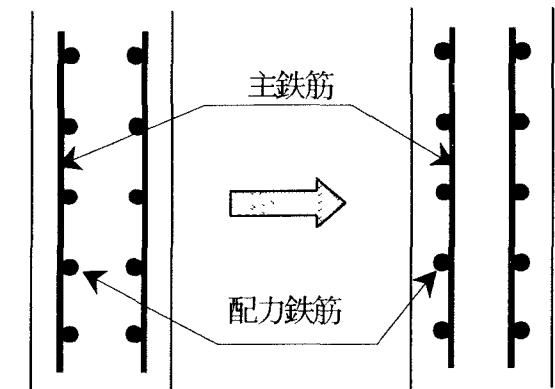
②配筋鉄筋位置の変更

この方策は、鉄筋組立作業の効率化、応力の分散等に配慮して、配筋鉄筋を主鉄筋の外側に配置するものである（図-9参照）。

従来は、鉄筋組立の作業性よりも、鉄筋の有効高を大きくとる設計計算の優位性を重視し、主鉄筋を

配力鉄筋の外側に配置していた。

配力鉄筋位置の変更により、鉄筋の組立手順が単純化できるものと考えられる。



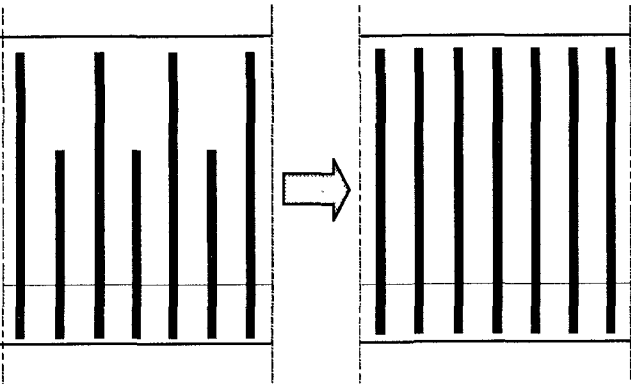
図－9 配力鉄筋位置の変更

③たて壁主鉄筋の断面変化の廃止

この方策は、逆T式擁壁のたて壁について、主鉄筋の断面変化を原則的に行わないものである（図－10参照）。

従来は、たて壁の曲げモーメントの分布状態に応じて、主鉄筋の断面変化を行っていた。

鉄筋の加工形状種類数の低減により、鉄筋加工および組立作業の省力化が図れるものと考えられる。



図－10 たて壁主鉄筋の断面変化の廃止

c) 視点－3；構造物のプレキャスト化

多数の断面（製品）規格を、一定のルールに基づきグループ化する方策である。

(3)モデル工事による施工合理化策の実証的検討

a) モデル工事の概要

上記の施工合理化策を評価するために、直轄事業においてモデル工事を実施した。

①モデル工事实施件数

モデル工事における対象構造物およびその施工件数は、表－2に示すとおりである。

対象構造物は、RC構造物の中から、施工頻度が高く、他工種への応用が容易なボックスカルバート、片持ばり式擁壁、逆T式橋台および壁・張出し式橋脚の4工種を選定した。

なお、評価対象とした施工合理化策は視点－1 および視点－2 であり、全て場所打ち方式によるRC構造である。

表－2 モデル工事対象構造物・件数

構 造 物		工事件数
土 工 構造物	ボックスカルバート	1 8 件
	片持ばり式擁壁	1 0
橋 梁 下部工	逆T式橋台	9
	壁・張出し式橋脚	8
合 計		4 5

②モデル工事調査データ

モデル工事では、イ) 経済性に直接影響する現場作業の省人化効果、ロ) 作業時における安全性および作業に要求される技能レベルを評価するためのデータを収集した。

イ) については、場所打ち方式によるRC構造物の施工プロセスを、土木工事標準積算基準書における積算上の区分と同様に、コンクリート工、鉄筋工および型枠工の三つに区分し、それぞれについて、施工数量、職種別の労務人工および建設機械の稼働時間を調査した。調査方法は、現行の標準歩掛を定めるための三省合同（建設・運輸・農水）による「機械施工積算合理化調査（歩掛調査）」に準拠した。

また、ロ) については工事担当者を対象に、アンケート方式で調査を行った。

b) 現場作業の省人化効果

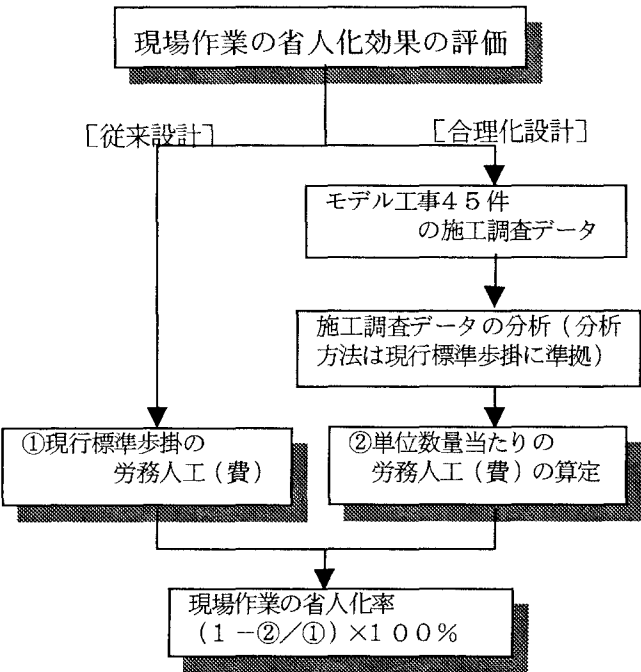
①評価方法

本研究においては、現場作業の省人化を評価するための指標として、「目的物等を単位数量当たり施工するために要した労務人工（費）」を設定した。

図－11に評価手順を示す。従来設計の労務人工（費）を現行積算基準書における標準歩掛とし、それをモデル工事による労務人工と比較する方法により、現場作業における省人化効果を評価することと

した。ここで、労務は、世話役、型枠工、鉄筋工等の複数の職種からなっているため、省人化効果の評価は労務費換算によって行った。

なお、現場作業における省人化効果については、作業員の熟練度にも左右される。本来なら、従来設計と合理化設計に基づいた構造物を同じ条件下で施工して、評価するのが望ましいが、本調査では実現できなかった。以下に示す評価結果は、現行標準歩掛の検討方法と同様、モデル工事の全サンプルの平均値である。サンプル数が全45件と比較的多いため、熟練度も平均化され、熟練度の差による影響はさほど大きくはないものと考えている。



図－11 省人化効果の評価手順

②評価結果

○コンクリート作業の分析結果

コンクリート作業に対する省人化効果の分析結果を表－3に示す。

モデル工事では、データが上手く取れず、分析結果がばらついた。その理由としては、日打設量区分毎で構造物の種類がかったことが考えられる。すなわち、日打設量50m³未満の条件では労務人員が他の工種より少ない「擁壁」が約8割を占めていたこと、一方、50m³以上の条件では、逆に、労務人員の多い「カルバート」および「橋脚」の割合が大きかったことが一つの要因と考えられる。

なお、コンクリート工の1m³当たりの施工費でみると、材料費のウエイトが大きいため、「材料費＋労務費＋機械経費」のトータル額では現行にほぼ同じであった（表－4参照）。

表－4 コンクリート工の施工費比率（円／m³）

	①現行標準歩掛	②モデル工事結果	比率 ②／①
50m ³ 未満	16700	16200	0.97
100m ³ 未満	15500	15700	1.01
300m ³ 未満	14400	14400	1.00

○型枠作業の分析結果

型枠作業に対する省人化効果の分析結果は、表－5のとおりである。省人化率は、単純平均で24％であり、コンクリート作業、次項に示す鉄筋作業に比べ非常に高い値を示している。これは、ボックスカルバートの下方ハンチの削除をはじめとして、構造物形状の単純化が型枠施工の省人化に大きく寄与しているものと考えられる。

表－3 コンクリート工の省人化効果の分析結果（施工量：10m³ 当たり）

日打設量	職 種	①現行標準歩掛			②モデル工事結果			(1 - ② / ①) × 1 0 0 (%)
		人 工 (人)	労務単価 (円 / 人)	労務費 (円)	人 工 (人)	労務単価 (円 / 人)	労務費 (円)	
5 0 m ³ 未満	世話役	0 . 1 5	2 5 0 0 0	2 3 4 0 8	0 . 1 2	2 5 0 0 0	1 7 8 7 6	2 4
	特殊作業員	0 . 4 2	2 0 9 0 0		0 . 2 4	2 0 9 0 0		
	普通作業員	0 . 6 4	1 7 0 0 0		0 . 5 8	1 7 0 0 0		
5 0 以上 1 0 0 m ³ 未満	世話役	0 . 1 1	2 5 0 0 0	1 8 2 6 4	0 . 1 1	2 5 0 0 0	2 0 2 9 0	△ 1 1
	特殊作業員	0 . 3 6	2 0 9 0 0		0 . 4 0	2 0 9 0 0		
	普通作業員	0 . 4 7	1 7 0 0 0		0 . 5 4	1 7 0 0 0		
1 0 0 以上 3 0 0 m ³ 未満	世話役	0 . 0 7	2 5 0 0 0	1 2 8 7 2	0 . 0 7	2 5 0 0 0	1 3 3 1 8	△ 3
	特殊作業員	0 . 2 8	2 0 9 0 0		0 . 2 2	2 0 9 0 0		
	普通作業員	0 . 3 1	1 7 0 0 0		0 . 4 1	1 7 0 0 0		
単 純 平 均								3

表－５ 型枠工の省人化効果の分析結果(施工量:100m2当たり)

設置高さ	職 種	①現行標準歩掛			②モデル工事結果			(1 - ② / ①) × 1 0 0 (%)
		人 工 (人)	労務単価 (円 / 人)	労務費 (円)	人 工 (人)	労務単価 (円 / 人)	労務費 (円)	
4 m 未 満	世話役	3 . 6	2 5 0 0 0	6 9 3 5 4 0	3 . 4	2 5 0 0 0	5 2 8 6 0 0	2 4
	型枠工	1 8 . 2	2 2 7 0 0		1 4 . 0	2 2 7 0 0		
	普 通	1 1 . 2	1 7 0 0 0		7 . 4	1 7 0 0 0		
4 m 以 上	世話役	3 . 2	2 5 0 0 0	6 3 9 3 4 0	3 . 0	2 5 0 0 0	4 8 9 7 0 0	2 3
	型枠工	1 8 . 2	2 2 7 0 0		1 4 . 0	2 2 7 0 0		
	普 通	8 . 6	1 7 0 0 0		5 . 7	1 7 0 0 0		
単 純 平 均								2 4

表－ 6 鉄筋工の省人化効果の分析結果(施工量:1t当たり)

径区分	職 種	①現行標準歩掛（H4 当時）			②モデル工事結果			（1－②／①） ×100 （％）
		人 工 （人）	労務単価 （円／人）	労務費 （円）	人 工 （人）	労務単価 （円／人）	労務費 （円）	
D13 以下	世話役	0.6	25000	113000	0.5	25000	95900	15
	鉄筋工	2.9	20900		3.5	20900		
	普 通	2.2	17000		0.6	17000		
D16～ D25	世話役	0.5	25000	95000	0.4	25000	72800	23
	鉄筋工	2.4	20900		2.6	20900		
	普 通	1.9	17000		0.5	17000		
D29～ D32	世話役	0.3	25000	55500	0.3	25000	50200	10
	鉄筋工	1.4	20900		1.8	20900		
	普 通	1.1	17000		0.3	17000		
単 純 平 均								16

○鉄筋作業の分析結果

鉄筋工の歩掛は、H5より、市場単価方式（歩掛を用いず、施工単位当たりの市場での取引価格を把握し、これを直接、積算に用いる方法）に移行している。そのため、ここでは、従来設計に対する鉄筋工の労務人工（費）をH4当時の標準歩掛として、鉄筋工の省人化効果を推定した。

その分析結果は表－6のとおりであり、単純平均で16%の省人化効果となった。

c) 作業時の安全性等に関する評価結果

ここでは、ボックスカルバートおよび片持ばり式擁壁を例に、作業時の安全性および要求される技能レベルに関しての評価結果を表－7～表－8に示す。

これらは、工事担当者を対象にアンケート方式で評価したものであり、例えば、作業の安全性に関しては、従前に比べて、「良くなる」、「変わらない」、「悪くなる」の三段階による評価である。有効回答件数はおよそ40件であり、表中における数値は、有効回答件数に対するそれぞれの回答の割合を表している。

全体的な傾向として、従来設計に比べて改善され

る結果を得ており、悪くなるという回答は皆無であった。

表－7 ボックスカルバートの安全性等の評価結果

単位 (%)	作業の安全性			要求される技能レベル		
	良くなる	ほぼ同じ	悪くなる	低くなる	ほぼ同じ	高くなる
①下方ハンチ廃止	61	39	0	75	25	0
②定尺鉄筋の使用	24	76	0	25	75	0
③配力鉄筋位置変更	57	43	0	47	53	0

表－8 片持ばり式擁壁の安全性等の評価結果

単位 (%)	作業の安全性			要求される技能レベル		
	良くなる	ほぼ同じ	悪くなる	低くなる	ほぼ同じ	高くなる
①底版上面テーパー廃止	45	55	0	55	45	0
②たて壁形状の単純化	69	31	0	73	27	0
③定尺鉄筋の使用	24	76	0	22	78	0
④配力鉄筋位置変更	55	45	0	43	57	0
⑤主鉄筋断面変化廃止	27	73	0	31	69	0

(4)経済性に関する定量的な評価

モデル工事結果をもとに、経済性に関する評価を行った。

以下では、ボックスカルバートおよび片持ばり式擁壁に対する評価結果を示す。その他の逆T式橋台および壁・張出し式橋脚については省略しているが、評価結果はボックスカルバート等と同じ良好な結果を得た。

a) 評価方法

評価手順を図-12に示す。

①詳細設計

一般的な試算条件を数ケース想定し、それらについて「従来設計（従来の標準設計）」と「合理化設計（施工合理化策を取り入れた設計）」の考え方で詳細設計を実施し、直接工事算定のためのコンクリート、型枠、鉄筋、足場および支保工の各数量を算出する。

②直接工事費の算定

直接工事費算定の単位数量当たりの施工歩掛については、「従来設計」を現行の標準歩掛、「合理化設計」をモデル工事による労務人工とした。労務および材料の各単価は関東地区の平均値を用いた。

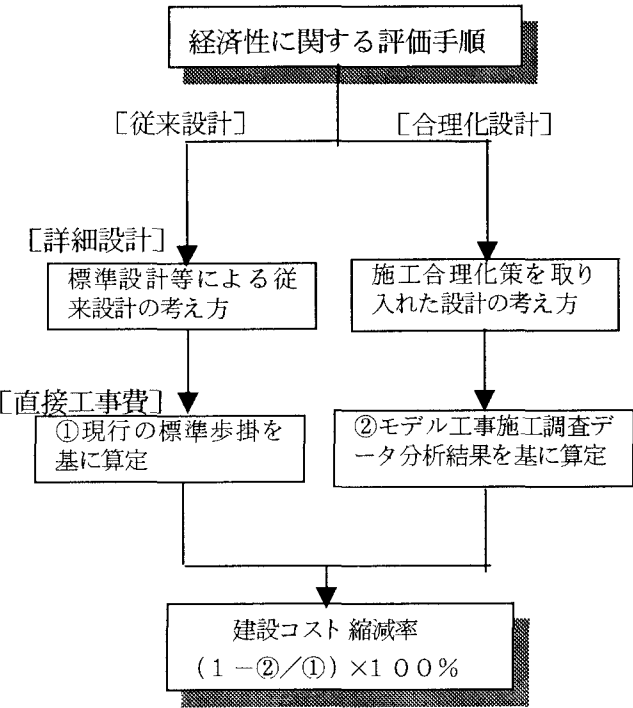


図-12 経済性の評価結果

b) 評価結果

ボックスカルバートおよび片持ばり式擁壁の経済性に関する評価結果を、表-9、表-10に示す。

表中の値は、従来設計の直接工事費を100%とした場合の材料費、労務費および機械費の各構成比率として整理したものである。

①ボックスカルバート

○材料費は、下方ハンチの廃止あるいは配筋仕様の改善により数量が増加し、1～4%増加する傾向にある。

○労務費は現場作業の省人化により9～12%低減している。

○その結果、労務費の低減割合が材料費の増加割合を上回っており、合理化設計は経済性の面においても有利であることが実証された。

表-9 ボックスカルバートの経済性評価(%)

ケース		材料費	労務費	機械費	合計	コスト縮減率
B=2m× H=2m	①従来設計	29	69	2	100	11
	②合理化設計	30	57	2	89	
B=4m× H=5m	①従来設計	32	65	3	100	4
	②合理化設計	36	56	3	96	
B=6m× H=5m	①従来設計	37	59	4	100	6
	②合理化設計	41	49	4	94	

注：B：内空幅，H：内空高さ

②片持ばり式擁壁

○材料費は、形状の単純化等に増加傾向にあり、特に、規模が大きい高さ9mのケースでは7%増加している。

○労務費は、5～12%低減している。

○その結果、全体的にコスト縮減の傾向にはあるが、規模が大きくなると逆に不経済となることも明らかとなった。このため、後述する土木構造物設計マニュアル（案）においては、擁壁の適用範囲を高さ8m以下とした。

表-10 片持ばり式擁壁の経済性評価(%)

ケース		材料費	労務費	機械費	合計	コスト縮減率
H = 3 m	①従来設計	31	67	2	100	8
	②合理化設計	33	56	3	92	
H = 6 m	①従来設計	35	61	4	100	9
	②合理化設計	38	49	4	91	
H = 9 m	①従来設計	41	56	3	100	△2
	②合理化設計	48	51	3	102	

注：H：擁壁全高

4. 土木構造物設計マニュアル(案)の作成

以上の結果を踏まえ、土工構造物のボックスカルバート・片持ばり式擁壁および橋梁下部工等を対象に、構造物の設計の際に有用となる設計上の配慮事項を土木構造物設計マニュアル(案)として取りまとめた。その一例として、ボックスカルバートおよび片持ばり式擁壁の条文(一部「解説」を含む)を表-11に示す。

表-11 土木構造物設計マニュアル(案)

第1章 側こう・カルバート・擁壁(以下「条文」) I 総則 1. 位置づけ 本章は、「道路土工―擁壁・カルバート工指針」に準拠した側こう、擁壁およびカルバートの施工の合理化を図るための設計の考え方を示したものである。 2. 適用の範囲 本章は、原則として、側こう、カルバート類および擁壁類の構造物の設計に適用する。 【解説】 (省略) 本章における「側こう類、カルバート類および擁壁類の構造物」とは、設計頻度の高いもの、例えば擁壁であれば高さ3～8m、ボックスカルバートであれば土かぶり10m以下、内空断面の大きき6.5×5m以下と考えてよい。 (省略) 3. 計画における配慮 側こう、カルバートおよび擁壁の計画にあたっては、設計・施工の省力化の促進を念頭において、以下の事項に配慮しなければならない。 (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 4. 使用材料の標準化・規格化(省略) II 側こう 1. プレキャスト化(省略) III カルバート 1. 形状の単純化 (1) 形状はボックスカルバートを標準とする。 (2) 原則として斜角はつけないものとする。 (3) 下側ハンチは設けないものとする。 2. 主要部材の標準化・規格化 2.1 部材形状 部材の形状は等厚の矩形断面とする。 2.2 配筋仕様の標準化 施工性を考慮し、配筋仕様は以下のとおりとする。 (1) 重ね継ぎ手長や定着長で調整できる鉄筋は原則として、定尺鉄筋(50cmピッチ)を使用する。 (2) 頂版、底版および側壁の配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置する。 (3) 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は10cmを標準とする。但し、底版については11cmを標準とする。 2.3 配筋の標準化 〔ユニット鉄筋を使用しない場合の主鉄筋径と配筋間隔、主鉄筋と配力鉄筋との関係を標準化するものとする。〕 2.4 ユニット鉄筋の使用(省略) 3. プレキャスト化(省略)	IV 擁壁 1. 形状の単純化 擁壁工の形状は、以下のように単純化することを原則とする。 (1) つま先版およびかかと版には、テーパを設けないものとする。 (2) たて壁背面には、勾配を設けないものとする。 (3) 原則として、たて壁前面には、勾配を設けないものとする。 2. 主要部材の標準化・規格化 2.1 部材形状 部材の形状は、等厚の矩形断面とする。 2.2 配筋仕様の標準化 施工性を考慮し、配筋仕様を以下のとおりとする。 (1) 重ね継ぎ手長や定着長で調整できる鉄筋は、原則として定尺鉄筋(50cmピッチ)を使用する。 (2) 現場打ち方式の擁壁のたて壁主鉄筋の断面変化は行わない。 (3) たて壁および底版の配力鉄筋は、主鉄筋の外側に配置する。 (4) 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は10cmを標準とする。但し、底版については11cmを標準とする。 (5) 擁壁における底版の下側鉄筋は応力度に特に支障のない限り、つま先版とかがと版の鉄筋を統一し、原則として断面変化を行わないこととする。 (6) 擁壁高さが変化する場合であっても、たて壁主鉄筋種類は3種類程度までとし、天端筋で調整するものとする。 (7) 擁壁天端に、地覆等を設置する場合の地覆筋は、1種類を原則として配筋するものとする。 2.3 配筋の標準化 〔ユニット鉄筋を使用しない場合の主鉄筋径と配筋間隔、主鉄筋と配力鉄筋との関係を標準化するものとする。〕 2.4 ユニット鉄筋の使用(省略) 3. プレキャスト化(省略) 第2章 橋梁上部・下部構造編 〔省略〕
---	--

5. まとめ

施工性を重視した設計思想への転換は、近年の労務費が材料費に比べて相対的に高くなっている経済環境の変化等を背景に、コスト縮減を図るための一つの方策として提案したものである。また、建設現場においては、少子化・高齢化等により、型枠工や鉄筋工といった熟練工は着実に減少するものと言われており、施工の合理化を図るための取り組みは今後とも重要なテーマであると考えている。

本研究は、以下のように要約できる。

- ①提案した施工合理化方策は、大きく、構造物の形状に係わるもの、鉄筋の配筋に係わるもの到大別される。構造物の形状関係では、擁壁においてははたて壁および底版のテーパの廃止、カルバートでは下方ハンチの廃止等、形状そのものを単純化する方策である。鉄筋に関しては、加工形状の単純化や定尺鉄筋の使用等の方策である。
- ②提案方策に対するコンクリート、型枠および鉄

筋の各作業の省人化効果については、モデル工事により実証検討を行った。その結果、コンクリート作業はほぼ同じであったが、型枠作業および鉄筋作業はそれぞれ約24%、16%の省人化効果を確認した。

- ③この結果をもとに推定した経済性の効果は、構造物の種類や規模により変動するものの、一般的条件下においては経済性の面においても効果があった。また、建設コスト縮減の他、定性的ではあるが施工時における安全性の向上や工期短縮等の効果も期待できるものと考えられる。
- ④本調査におけるコスト評価は主としてインシヤルコストである。今後、材料増に付随する環境負荷をも取り入れたライフサイクルコストの評価も必要と考えている。

A Study on Constructability-based Design Standard for RC Structures

By Yoshinori MURATSUBAKI, Kenichi MATSUI

Abstract: Design standards for civil engineering structures established by the Ministry of Construction have been based on the material minimum concept since 1960s, because material costs were relatively higher than labor costs at that time. Because labor costs are now much higher relative to material costs, the Ministry of Construction recently reviewed the design standard, replacing the minimum material concept with the minimum labor concept.

The cost estimation system established by the Ministry of Construction was applied to various kinds of civil engineering structures to analyze the effective factors governing total cost considering structural safety. It was found that the simplification of structural shape, standardization of materials, and application of precast concrete result in total cost reduction, although more materials are required than before. The new design standard for civil engineering structures was proposed in terms of total cost reduction.

Keywords: Design standard, RC Structures, Cost reduction, Constructability