

土木構造物標準設計における設計の考え方について

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、ボックスカルバートやコンクリート擁壁などのように全国的に施工件数が多く、一般的な設計条件のもとでは最適な構造体と見なすことができ、その他の代替案が乏しい構造物を対象に、標準的な設計条件により最適設計を行い、決定した構造仕様を標準図面集として提供することにより、設計業務の効率化並びに構造物の精度の向上を図っている。また、近年は建設コスト縮減を目的として施工合理化策を取り入れた改定を行っている。しかしながら、建設コスト縮減に対するニーズは年々大きくなっており、標準設計通りではコストが高くなるのではないかと指摘もある。本文では、標準設計における集録刻み、最適設計の考え方について概説し、適切に使用すれば標準設計がコスト高とはならないことを示すものである。

【キーワード】標準設計、集録刻み、最適設計、コスト縮減

1. はじめに

国土交通省制定の土木構造物標準設計は、一般的な設計条件のもとで予め決定した最適な構造仕様を、詳細設計図面としてそのまま利用できるように「標準図面集」として提供している。したがって、発注者にとっては、①構造設計・図面作成の省略に伴う設計業務委託費の低減、②概算事業費の見積など計画段階での省力化、③設計方式の統一および設計成果の信頼性確保といった効果が期待される。また、コンサルタントにとっては、詳細設計以外にも設計の考え方、配筋細目に関する参考資料としての活用も非常に多い。

近年は、建設コスト縮減施策の一環として、施工合理化策を取り入れた改定を行っている¹⁾²⁾。一方、標準設計通りではコストが高くなるのではないかと指摘（例えば、設計条件が中間の場合、直近上位を使うことにより過大設計となる）もあり、標準設計がコストアップの原因になっているという認識があるのも事実である。本文では、逆T型擁壁を例として、標準設計の設計の考え方を概説し、一般的な設計条件で使用する際には、個別設計に比べてトータル的にリーズナブルとなることを示す。

2. 標準設計の集録刻みの影響

(1)標準設計の集録の考え方

標準設計の逆T型擁壁の場合、表-1に示すように、擁壁高さ、盛土勾配などの設計条件については、施工実績の多い標準的な条件に限定している³⁾。し

表-1 標準設計の設計条件

設計条件	集録範囲
高さ H	3.0m~8.0m(0.5mピッチ)
地震条件	考慮する、考慮しない
裏込め土の種類	礫質土、砂質土、粘性土
盛土勾配 N	水平、2.0、1.8、1.5
盛土形状(高さ比) H_0/H	0、0.25、0.5、0.75、1.0

※形状は図-1参照

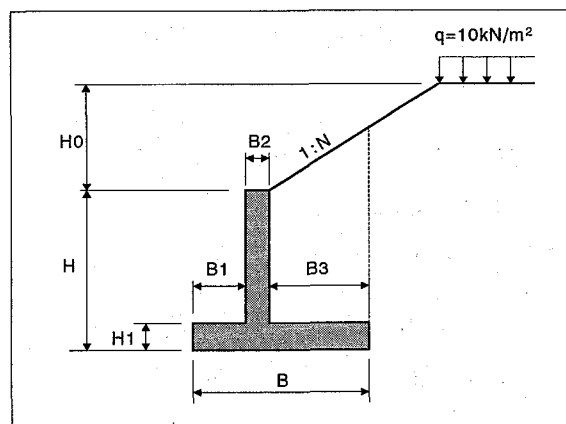


図-1 逆T型擁壁の形状

* 総合技術政策研究センター 建設システム課 029-864-2211

たがって、個別設計のように任意の設計条件にすべて対応するわけではなく、中間の設計条件の場合には、直近上位の設計条件に該当する構造を採用することとなる。この場合、図-2に示すように適用できる設計条件の間隔（集録刻み）が大きいと、過大な構造となることも考えられる。実際には、以下に示すように中間の設計条件でもコストアップとならないように集録刻みを決定している。

(2) 中間の設計条件での試算

設計条件は表-2の通りで、擁壁高さが6.7mの場合を想定し、①標準設計の直近上位（ $H=7.0\text{m}$ ）の構造をそのまま用いる場合、②中間の設計条件（ $H=6.7\text{m}$ ）で個別に設計計算を行って構造を決める場合との比較を行った。

個別設計の結果、中間の設計条件では直近上位の条件で決まる底版厚700mmを600mmに落とすことができる（図-3参照）。このため、直近上位と比較してコンクリート体積および型枠面積が減少し、施工費は低減する。しかしながら、かかと版上側主鉄筋が1ランク上がることや、標準設計を利用する場合の設計委託費の低減（個別設計の20%減）を含めて考えると、図-4に示すようにトータルコスト（設計費+施工費）は、標準設計利用の方が約25万円安くなる。この試算例は直近上位の構造を変更し、施工費を低減できる条件であったが、擁壁高

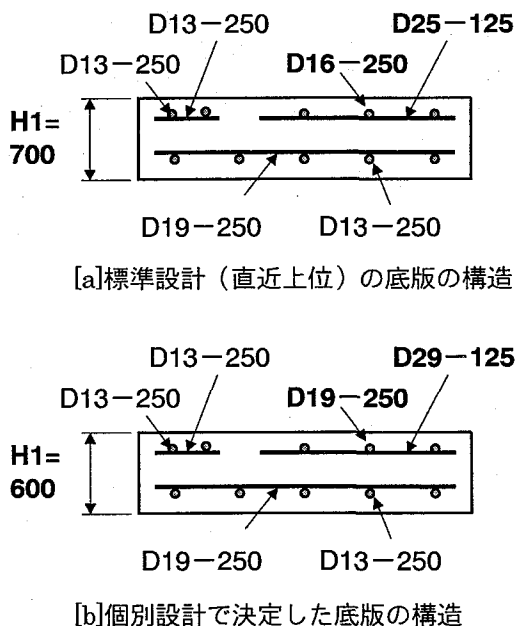


図-3 底版の構造

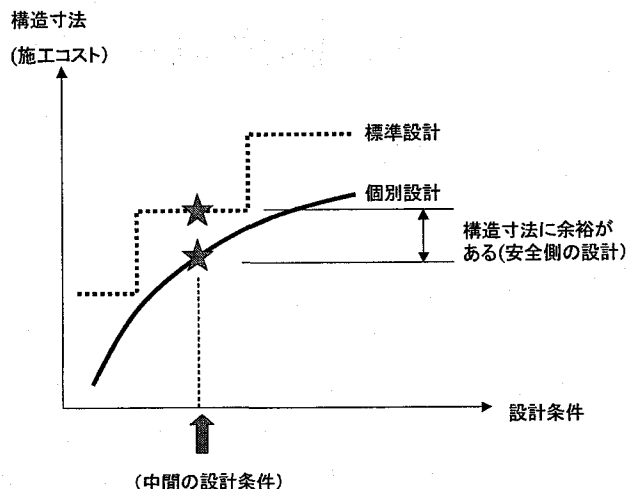
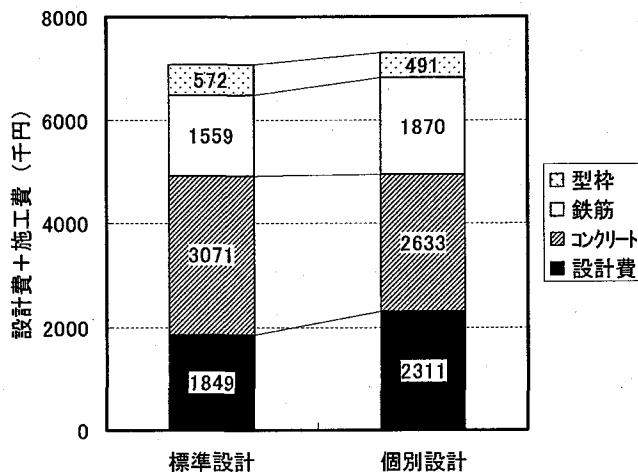


図-2 標準設計と個別設計の比較イメージ

表-2 中間の設計条件

設計条件			標準設計 集録条件	中間の 設計条件
擁壁高	H	mm	7000	6700
底版幅	B	mm	4500	
つま先版長さ	B1	mm	800	
たて壁厚	B2	mm	600	
裏込め土の種類	C	—	礫質土	
土の単位体積重量	γ	kN/m^3	20	
盛土勾配	N	—	1.5	
盛土高	H_0	mm	3500	
底版厚	H1	mm	700	600



- ・設計費は予備設計を含む
- ・施工費は底版のみの延長50m当たりで計算
- ・設計費、施工費ともに経費込み

図-4 トータルコストの比較

さが中間となる他の設計条件では、個別設計でも直近上位と全く同じ構造となるケースが多い。このように、擁壁高さの集録刻みを 50cm 間隔としているので、高さが中間となった場合に直近上位を使用してもコストアップは発生しない。擁壁高さ以外の条件（盛土高さ、盛土勾配）についても同様に、直近上位の構造を使用してもコストアップとはならない集録刻みになっている。

3. 標準設計の経済性

設計条件として、擁壁高さ、裏込め土の種類、盛土形状（勾配、高さ）が与えられたとき、安定条件を満足する形状は複数ある。標準設計では図-5に示すように、つま先版の長さをいくつか設定し、各々について安定計算、部材設計を行った後、それらの中から最も経済的となる形状（底版幅が最小）を採用している。以下では、表-3に示す設計条件を例

として、つま先版の長さをいくつか設定し、最も経済的となる形状を求めた試算結果を示す。つま先版の長さ（B1）と安定計算を満足する最小底版幅を表-4に示した通りで、つま先版の長さが 1.2m および 1.6m のケースのときに最も底版幅を小さくでき

表-3 設計条件

擁壁高	H	mm	8000
裏込め土の種類	C	—	礫質土
土の単位体積重量	γ	kN/m ³	20
盛土勾配	N	—	1.5
盛土高	H ₀	mm	6000

表-4 最小底版幅の算出

つま先版の長さ B1(m) ()内は擁壁高さH=8mに対する比	安定計算を満足する 最小底版幅 B(m)
0.4 (0.05H)	7.5
0.8 (0.10H)	6.0
1.2 (0.15H)	5.5
1.6 (0.20H)	5.5
2.0 (0.25H)	6.0

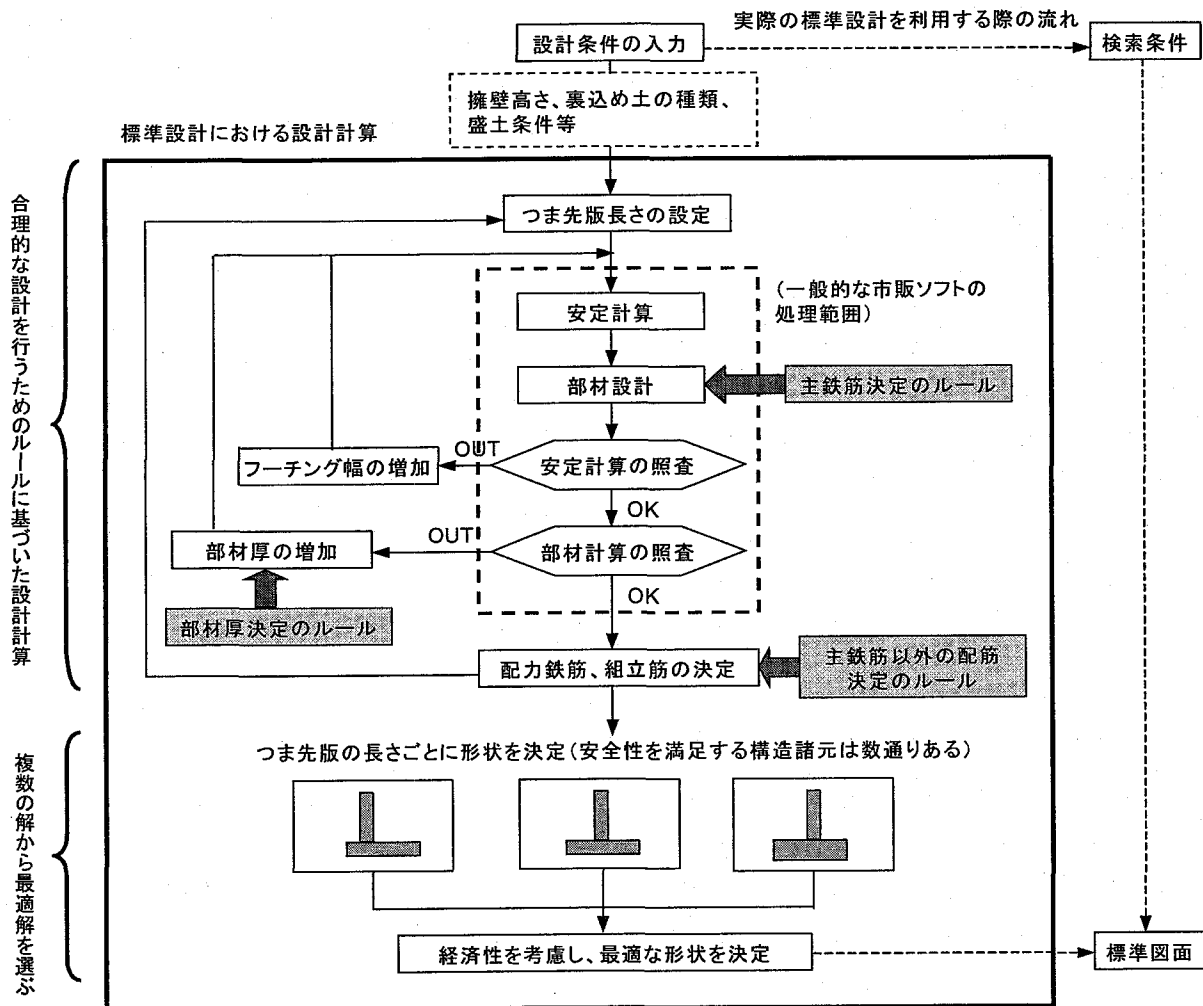


図-5 標準設計における設計フロー

るという結果になっている。標準設計では、この 2 つのケースについて、全体の形状のバランスなども考慮し、つま先版の長さが 1.2m の形状を標準図として採用している。個別設計においても同様の考え方で設計するのが一般的であり、設計条件が同じであれば、個別設計と標準設計のアウトプットに差異はないと考えられる。しかしながら、個別設計で使用する一般的な市販ソフトは、与えられた条件に対する計算結果を出力するだけのものが多く、設計者が適切に形状寸法の初期値を設定し、計算結果を見ながら最適な形状を導いていく必要があり、最適形状を標準図として予め提供している標準設計に比べて時間と手間がかかる。このため、前述のように標準設計を利用する場合には設計委託費を低減することができ、逆 T 型擁壁の場合には 1 件当たり約 50 万円の設計コストが縮減できる。

また、逆 T 型擁壁に関して自動的に形状を決定するソフトも近年市販されている。あるソフトについては、底版幅が最小となる形状を最適解としており、標準設計と同様の結果が得られると想定される。しかしながら、実際に計算を行ってみると、形状寸法の初期値や部材の増加厚などの入力条件が異なれば、最適形状として出力される結果も異なり、場合によっては繰り返し計算が収束せず、最適形状が見つからないで終了するケースもある。表-5 は、このような傾向を示したもので、前述の表-3 に示す設計条件について試算した結果である。表-5 のケース 2 では、適切な初期条件を入力しているにもかかわらず、得られた結果は標準設計と比較して不経済な形状となっている。このように、逆 T 型擁壁のよう

表-5 ある市販ソフトの計算結果

	市販ソフト利用				標準設計
	ケース1		ケース2		
	初期値	計算結果	初期値	計算結果	
たて壁厚 B2(mm)	400	収束せず	400	800	700
底版厚 H1(mm)	400		800	1000	900
つま先版長さ B1(mm)	500		500	1000	1200
かかと版長さ B3(mm)	1100		1100	3700	3600
底版幅 B (mm)	2000		2000	5500	5500
コンクリート体積 (m ³ /m)	—		—	11.1	9.92

に比較的単純な構造体においても最適解を得ることは簡単ではなく、数多くの設計条件での計算結果を集約し、最適形状を決定している標準設計は、個別設計に比較してリーズナブルと言える。

4. おわりに

標準設計の使用に際しては、適用条件を十分に考慮することが重要なのは言うまでもなく、現場条件にかかわらず標準設計を利用すれば良いということではない。その現場条件に見合った代替案があり、コストが下がるのであれば、代替案を使うことが望ましい。標準設計は、あくまでも選択肢の一つであり、かつ最初に適用を考える最もベーシックな構造を示したものと位置づけられ、一般的な設計条件では最も経済的かつ信頼性が高いと考えられる。今後も、定型的な構造で新技術の開発が期待できない構造物では設計標準化が必要と考えられ、迅速に社会情勢を反映したコスト縮減に繋がる方策の提案・実証を図ることが重要である。

<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・橋梁編一、1999
- 3)建設省：土木構造物標準設計第2巻(擁壁類)、2000

About the Design Concept in the Standard Design

By Yasumitsu ICHIMURA, Hiroki MIZOGUCHI

Abstract: In the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, the increase in efficiency of a design is attained by establishment of the standard design. However, the needs to reduction of construction cost are large, the standard design has indication that cost is high. In this paper, the design concept in the standard design is shown and if it is used appropriately, it is shown that the standard design does not have high cost.

Keywords: Standard design, Optimal design, Cost reduction