

控え壁式擁壁の近似最適設計法

東海大学 海洋学部

正員

菅野 一

1. はしがき

一般に土木構造物は、過去の構造例、設計標準などを参考に寸法を仮定し、この仮定寸法について設計計算を行ない、所定の安全度が得られない場合は、寸法を変えて繰返し計算を行なって断面と決定する。しかし同じ安全性を得る構造物の寸法の組合せが必ずしも限定されず多様にあると考えられる。最適設計はの中から最良のものを選出するわけで、SLP 其他非線形手法を用いたものが開発されているが、いずれも複雑な過程を要し、収れんしないこともある。本報告は発想を変え、基本設計に積算を加え、繰返し計算によって最小工費の寸法と求めようとしたものである。したがって設計計算方法が確立しているかぎり適用できるが、今回は控え壁式擁壁を例にとりて実行してみた。

2. 設計手順

断面として図-1 のような標準的なものを設定し、変数として前壁厚さ(BU), 前方底版(BI, TSLOP, TATS), 後方底版厚さ(TATS), 底版幅(BS), 前壁配置(SL), 控え壁間隔(YOI), 控え壁厚さ(AHK) の8個、全高Hは定数扱いとした。設計条件としてコンクリート、鉄筋の強度、水平・垂直震度、単位材料重量、内部摩擦角および滑動安全率を定数とした。変数の刻みを定めるにあたり、次の諸点を考慮した。

1. 実際の施工の可能性より端数を避けた。
2. 計算上は寸法の減少はできても、構造物全体の剛性を保つように下限を定めた。
3. 上下限の一次の概略値を諸資料により求め、必要に応じて全体をスライドさせ、あるいは部分的に細分するようにした。

全体の計算の流れは、図-2 に示す。

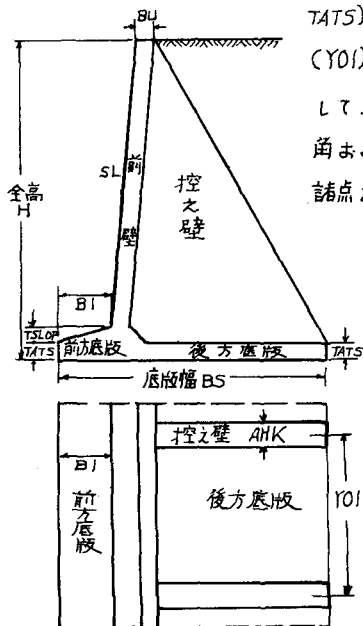
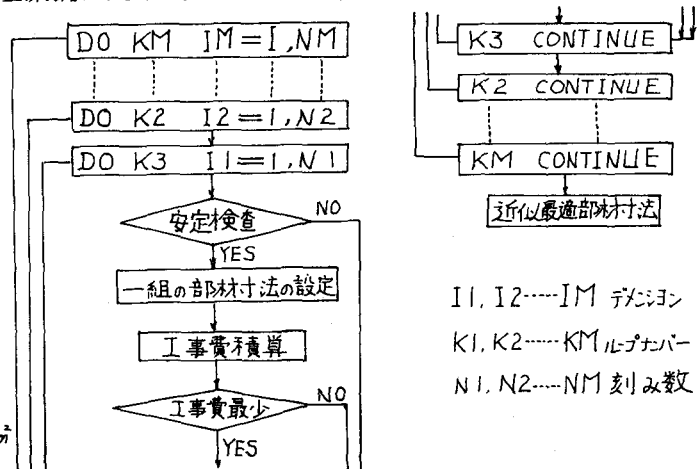


図-1

3. 計算例

H=7m, 内部摩擦角 35° とし、一般に地震時の方が常時より危険側になることが多いので、例題では地震時を対象にとり、許容応力は50%増とし、 $\sigma_{ca}=105$, $\sigma_{sa}=2700 \text{ kg/cm}^2$ 地震時の支持力は、 30 t/m^2 震度は



I1, I2, ..., IM デメンジョン
K1, K2, ..., KM ループナンバー
N1, N2, ..., NM 刻み数

水平=0.2, 垂直=0.1, 単位重量はコンクリート 2.5 t/m^3 , 土砂 1.8 t/m^3 , 基礎石と壁体の摩擦係数 $\mu=0.5$ とした。断面計算において、壁体の下部から上部に漸減していくので高さ30%分し、各ブロックの最大値とそのブロック全体で用いる方法をとった。同様に底版については、前方を1ブロック、後方を3ブロックに分割した。鉄筋の計算については、各ブロックごとに A_s の計算値に対し、あらかじめ鉄筋径とピッチを段階的に設定して使用することとした。また計算は単鉄筋で行ないこれをダブルに用い、配力鉄筋として主鉄筋の $1/3$ をとり、折り曲げおよび端部の曲げしるぎとして 10% と見込んだ。

安定の検査については、重心の算定、地震時土圧計算、滑動安全率を求め、規定の 1.2 以下のときは次の寸法組合せにいて繰返す。転倒、地盤反力についても検定し、合格したものについて、前壁、控え壁、前方および後方底版の断面計算とする。前壁について $A_s \leq 8.45 \text{ cm}^2$ のときは $\phi 13 \text{ mm}$ 、ピッチ 15 cm , $8.45 < A_s \leq 13.12 \text{ cm}^2$ のときは $\phi 16 \text{ mm}$ 、ピッチ 15 cm , $13.12 < A_s \leq 19.68 \text{ cm}^2$ のときは $\phi 16 \text{ mm}$ 、ピッチ 10 cm というように区切り計算により実際の鉄筋量 A_s を定めた。控え壁および底版についても同様の考え方をとった。

部材各寸法の刻みによる組合せは、各種実例、経験および試算等より次のとおりとした。

名称 ブロック	前壁板長 m	底版厚 m	傾斜高 m	底版幅 m	前壁厚 m	前壁配筋 m	控え間隔 m	控え壁厚 m
I 1	1.10	0.40	0.25	5.60	0.35	0.01	3.20	0.45
I 2	1.15	0.45	0.30	5.70	0.40	0.02	3.30	0.50
I 3	1.20	0.50	0.35	5.80	0.45	0.03	3.40	0.55
I 4	1.25	0.55	0.40	5.90	0.50	0.05	3.50	0.60
I 5	1.30	0.60	0.45	6.00	0.55	0.07	3.60	
I 6	1.35	0.65	0.50	6.10	0.60	0.10	3.70	
I 7	1.40	0.70	0.55	6.20		0.12	3.80	
I 8			0.60	6.30				

工事費の積算については、床堀、捨石の基礎部を除き、擁壁本体について型枠、鉄筋およびコンクリートについて行った。

型枠 1 m^2 当りの単価 C_m $C_m = \sum_{k=1}^3 a_{ik} b_{kj}$ $i=1, j=1$

a_{11} ; 1 m^2 当りの型枠量 b_{11} ; 1 m^2 当りの型枠使用料

a_{12} ; 1 m^2 当りの雑品量 b_{12} ; 1 m^2 当りの雑品単価

a_{13} ; 1 m^2 当りの型枠工数 b_{13} ; 型枠工単価

鉄筋 1 t 当りの単価 C_r $C_r = \sum_{k=1}^3 a_{2k} b_{kj}$ $i=2, j=2$ a_{21} ; 1 t 当りの鉄筋数量 b_{21} ; 1 t 当りの鉄筋価格

a_{22} ; 1 t 当り雑品量 b_{22} ; 1 t 当りの雑品単価 a_{23} ; 1 t 当りの鉄筋工数 b_{23} ; 鉄筋工単価

コンクリート 1 m^3 当りの単価 C_c $C_c = \sum_{k=1}^3 a_{3k} b_{kj}$ $i=3, j=3$ a_{31} ; 1 m^3 当りのコンクリート量 b_{31} ; 1 m^3 当りの生コン単価

a_{32} ; 1 m^3 当り雑品量 b_{32} ; 1 m^3 当りの雑品単価 a_{33} ; 1 m^3 当りのコンクリート工数 b_{33} ; コンクリート工単価

工事費 = (型枠面積 $\times C_m$ + 鉄筋重量 $\times C_r$ + コンクリート体積 $\times C_c$) $\times 1.2$ (諸経費は 20% とする)

以上の方法によって得られた近似最適寸法は図-2 に示すとおりである。

3. 考察

本設計法は単純な繰返して、寸法の上下限、刻み幅を小さくしてプログラム化することにより広く応用できると考えられる。積算の方法、現況、施工方法等により、近似最適解は異なってくる。本例題についてもこれまで発表されている寸法の相対的關係に変化が認められ、寸法の組合せに改良の余地があると考えられる。滑動安全率に大きく影響する摩擦係数をはじめ内部摩擦角、許容応力、単位重量および全高などの入力値を変化させることにより対応する近似最適寸法が得られると思う。

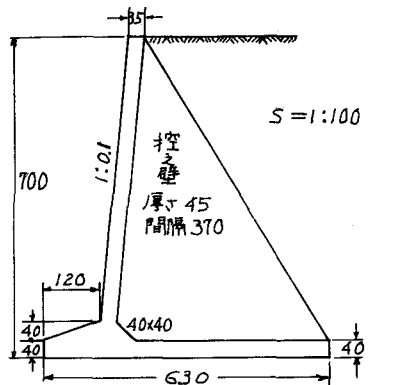


図-2 近似最適断面図 (単位cm)