

1. はしがき

構造物設計にあたり、最適設計法としてSLP, SUMTその他多くみられるが、いずれも相当複雑な手順と収束性に問題があるので、全く発想を変え、過去の同種構造物設計例、現場適用性等を考慮し、設計と積算を一体化したプログラムを求め、主として繰返し計算のみにより、簡単かつ現場的な近似最適設計法を考えた。

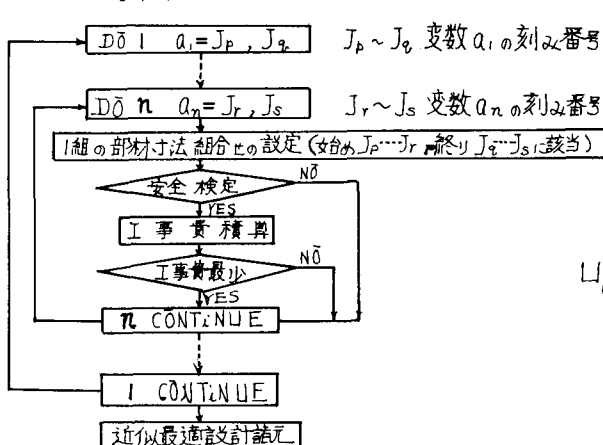
2. 構想

構造物の寸法が変化しても対応できるような処置をとりながら従来の設計計算をプログラム化する。次に各工種別の数量計算を行なう。積算については、先ず標準歩掛り表に数量を掛け、材料労力の所要量を求める。次いで職種別賃金および物価版よりの単価を乗じ、合算して単位当りの純工事費が得られ、さらに一定の比率による間接費を加え工事費が計算される。(式1.2参照) したがって寸法の組合せが変わる都度工事費が変化する。

設計諸元の変数を $Q_1 \sim Q_n$ とする。変数が多過ぎて電算機の容量を越えるときは、相互に関連性の強い変数と式によりまとめ適正にし、一應の計算終了後変数関係式の妥当性を検討し、不合理があれば修正の上繰返す。

各変数のとるべき値は、過去の設計例および資料より一應の上下限を推定する。これは事後の計算過程において必要に応じ変更される。また計算上は安全でも施工の確実性、不測の応力等を配慮し、現場的に最高、最低値を制限する必要も考えられる。次に端数を避けるような施工可能な刻み幅を与える。この刻みのすべてについて繰返し計算を行なう。電算機の容量が越える場合は次のような方法をとる。すなわち刻み幅を始め2倍にとり、概略の値がでた後細分化する。あるいは組合せをまじり、計算の過程において適正値に近づけていく。次にむだな計算を省くため、計算途中において安全性に不足し、その組合せについて継続の要がなくなったときは、判定文により次の組合せに移行するようにする。以上のようにして、すべての組合せについて工事費を求め、最少値を与える寸法諸元をもって、近似最適設計とする。流れ図は図-1に示すとおりである。

図-1 流れ図



$$C = \sum_{k=1}^n S_k \cdot U_k \quad \text{---(1)} \quad \text{ただし } C: \text{純工事費}$$

k : 変数の数 (n 個)

S : 工種別数量

U : 工種別単価

$$U_{l \sim n} = \left[\sum_{l=1}^m S_{U_l} \cdot U_{N_l} \right] \quad \text{---(2)}$$

ただし l : 工種別材料労力の名称の数 (m 個)

S_{U_l} : 工種別材料労力の名称

U_{N_l} : 工種別名称別単価 (物価版による)

3. 実施例

応用の範囲は広く考えられるが、最も標準的な控え壁式コンクリート擁壁について実施した。条件の入力値として、全高 H_m 、基準 $\gamma_{28} = 210 \text{ kg/cm}^2$ 、曲げ $\gamma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$ 、せん断 $\gamma_a = 9 \text{ kg/cm}^2$ 、鉄筋 $\gamma_{sa} = 1800 \text{ kg/cm}^2$ (地震時においては各50%増し) 震度 $R_k = 0.2$ 、 $R_v = 0.1$ 、重量 $\gamma_c = 2.5 \text{ t/m}^3$ 、土砂 $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ 背面土砂、支持地盤内部摩擦角 $= 35^\circ$ 、地震時支持力 $= 30 \text{ t/m}^2$ 、滑動安全率: 地震時1.2以上、キー付のときは、問題があるので1.4以上

基礎：合力位置がシルサド以内、計算はすべて地震時のみとした。過去の実施例その他の資料を参照し、寸法の制限は、底版厚：0.35、前壁厚：0.30、控え壁厚：0.4、前方底版長：1.0以上、控え壁間隔：4.0以下とした。いま全高H=7.0の例について、各変数の上下限と刻み寸法は次のとおりとした。

前方底版長 1.0 1.1 1.2 1.3 底版厚 5.9 6.0 6.1 6.2 控え壁間隔 3.8 3.9 4.0
底版厚 0.35 0.4 0.45 前壁厚 0.3 0.35 0.4 0.45 控え版厚 0.4 0.45
傾斜高 0.4 0.5 0.6 0.7 前壁こう配 0.0 0.02 0.05 0.1 *近似最適寸法

鉄筋計算については、壁高を3等分し、各部の最大曲げモーメントに対するように、その部分の鉄筋量を求め、底版については、前方底版の基部およびその右部を3等分し同様に求めた。単鉄筋の式を用い、前後に入れた。実際の配筋量は、若干の段階ごとに単位当りの径とピッチによる鉄筋量を求めておき、計算値の該当する段階の値をとるようにした。折り曲げ、曲げ代として10%、配筋鉄筋は主鉄筋量の1/3を見込んだ。以上のようにして組合せのすべてについて繰返し計算の結果 図-2 のような寸法と工事費等を得た。

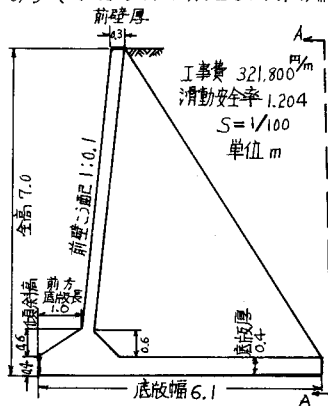


図-2 近似最適設計図（キー無し）

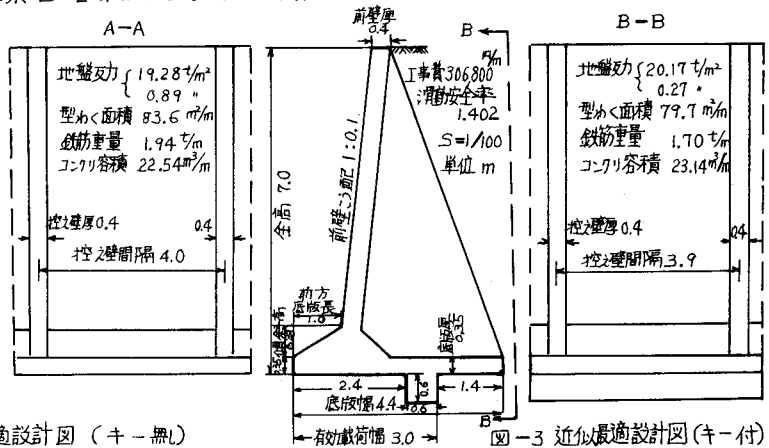


図-3 近似最適設計図（キー付）

次に比較のため底部にキーを付けた場合について実施した。キーによる滑動抵抗は次式によった。

$$H_u = (CA_1 + N_1 \tan \phi) + (N_2 + N_3) \tan \phi_B$$

ただし H_u ：滑動抵抗力(t)、 A_1 ：有効載荷面積中のキー前面面積(m^2)、 N_1 ： A_1 に作用する鉛直荷重(t)
 N_2, N_3 ：キーおよびキー後方の面積に作用する鉛直荷重(t)、 ϕ ：仮想基礎底面の地盤内部摩擦角(度)
 ϕ_B ：基礎底面と地盤の間の摩擦角(度)、 C ：仮想基礎底面の地盤の粘着力(0とした)

今回は有効載荷幅の右端とキー右端を合せた。キー部分の工費と掘削の土工が増加するが、底版幅が減少する。上下限と刻み寸法は、前方底版長 1.2 1.1 1.0 底版厚 0.45 0.4 0.35 傾斜高 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9
底版幅 4.6 4.5 4.4 4.3 前壁厚 0.45 0.40 0.35 0.3 前壁こう配 0.0 0.02 0.05 0.1 控え壁間隔 3.7 3.8 3.9 4.0 控え壁厚 0.4 0.45 0.5 キー寸法 0.6×0.6 *近似最適寸法 この全組合せの計算結果を図-3に示す。キー付の方が4.7%安価になっている。

4. 結論と考察

本方法は簡単で応用範囲が広く、実用的な解が得られる。条件変更は入力により、変数の上下限の追加変更はデータの差し替えにより、また物価の変動による積算処理も容易である。断面のタイプを変更するときは、対応のプログラムが必要になる。各タイプについて実施し、その中の最少工事費を与えるものが理想と考えられる。現場の実績を重ね、より合理的な制限値が期待される。本方法と既存の設計の差は、数パーセント程度と考えられるが施工延長の長い場合もしくは工事単価の高いときは、節減額が大きくなり建設工事に寄与するものがあると考えられる。

1) 栗原利栄外、擁壁の設計、オーム社、1979、P.25、