

1. まえがき

わが国では財政再建を図るため構造改革が重要な課題になっている。公共事業についても予算削減や建設コスト縮減が求められ、その具体的数値目標が示されている。本稿では、対象を擁壁に絞って述べる。

擁壁のコスト縮減の方策は、①機械化、プレキャスト化、構造の標準化等による施工の省力化と合理化、②新工法、新素材、高強度材料の活用、③設計の適切化、最適化に大別される。低コスト化を図る上でいずれも重要であるが、最も重視すべきは設計における安全率、土のせん断強度定数、構造の最適化である。安全率に関しては別の機会に議論するとして、本稿では土のせん断強度定数、構造の最適化の観点からコスト縮減を論じることとする。

2. 土のせん断強度定数

擁壁の安定性を支配する荷重は土圧であり、土圧は裏込め土のせん断強度定数 c 、 ϕ によって大きく異なる。土の力学的特性は、土を構成する鉱物、粒度、分布状況、密度、含水比、間隙比、応力履歴や排水条件、施工時における乱れや締固め、施工順序など諸々の影響を受ける。このため、設計段階で c 、 ϕ を特定することが困難なことから、設計の実務では専ら道路土工指針に示された経験的な数値が適用されている。すなわち、礫質土は $\phi=35^\circ$ 、砂質土は $\phi=30^\circ$ でいずれも $c=0$ の値が用いられている。しかしながら、この値で擁壁を設計するのは明らかに不経済である。

図-1 は昭和 38 年から昭和 50 年頃にかけて四国内の国道の一次改築工事で施工された擁壁断面である。施工後に変状を生じアンカー等で補強されたものも極一部にあるが、健全な状態を維持している。

四国は昭和 21 年の南海地震以来大規模地震に見舞われていないので、擁壁の耐震性は不明であるが、30 年近いフィールド試験に耐えているのは事実であり、少なくとも常時土圧に対しては安全であると言える。

この断面を $\phi=35^\circ$ 、 $c=0$ 、 $\gamma=2.0\text{tf/m}^3$ の条件で土圧を計算し安定計算を行えば安全率は所定の値に満たない。現行の道路土工指針でこの擁壁を設計すれば、施工断面の 2 倍以上も大きい一点鎖線の断面となる。

この原因は、道路土工指針に示されている裏込め土の c 、 ϕ の過小評価にあると考えられる。そこで、図-1 に示した施工断面が、常時の安全率を満たしていると仮定して c 、 ϕ を逆算で求めた。その結果を表-1 に示す。道路土工指針に示されている値よりはるかに大きいせ

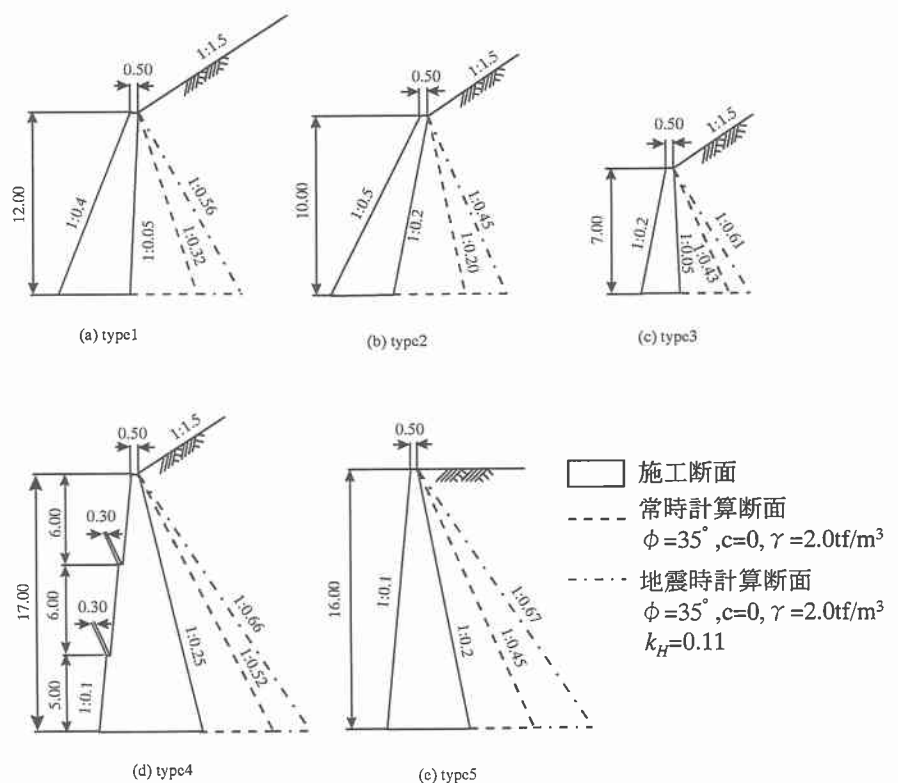


図-1 四国の国道に施工されている擁壁

ん断強度が発揮されていると考えられる。

著者のこれまでの経験では、擁壁の倒壊あるいは変状の原因は、支持力不足（特に斜面上の擁壁）、降雨による斜面崩壊である。土圧計算用のせん断強度定数は、早急に見直す必要がある。これが、擁壁のコスト縮減を図る上で最も効果が大いと言える。

3. 擁壁形状の最適化

本来、設計とは種々の制約条件の下に最適断面を見いだすことにあると思われるが、実際には技術者の固定概念で形状が決められ、安定解析で安全性を照査しているに過ぎない。

図-2 はコンクリート量を最小化した重力式擁壁の断面である。制約条件として安定条件の他に最小部材厚のみを与えた場合は、ブロック積み擁壁のような断面が最も経済的になる。壁面が垂直という条件を追加すれば、支持地盤が土砂の場合は従来型の断面に、岩盤であれば逆台形断面が最も経済的になる。

山岳道路の拡幅等の工事では、逆台形断面にすることにより、単にコンクリート量を節約できるばかりでなく、土工、土留め仮設費も減少する。さらに、掘削規模が少なくなるため現道交通の確保も容易になる

図-3 は逆T型擁壁についてコンクリート量を最小化した断面である。盛土傾斜が大きいと、滑動の条件で底板幅が決定されるが、かかと版を長くすると土圧も増加するため底板幅を拡げることによる安全率の増加効果が少ない。これに対して底面に傾斜を付けると滑動抵抗が飛躍的に向上するため底板幅を短くすることができる。

以上 2 つの事例を紹介したが、従来の固定概念を捨て、最適化を図ればこの他にも経済性に優れた新しい擁壁型式を開発することが可能である。

4. あとがき

これまでの公共事業は、会計検査を意識する余り、事なかれ主義や前例主義、画一的なマニュアル主義があった。この結果、技術者の独創性やアイデアが評価され、採用される機会は少なかった。しかしながら、コスト縮減を図っているためには、失敗を恐れることなく新しいアイデアを積極的に採り入れていく姿勢が必要である。また、技術者には、常に問題意識を持ち、物事の本質を見極め、創意工夫する努力が求められている。

表-1 逆算されたせん断強度定数

Type	擁壁高 $H(m)$	$c=0$ での $\phi(^{\circ})$	$\phi=35^{\circ}$ での $c(tf/m^2)$
1	12	39.5	0.79
2	10	38.3	0.41
3	7	50.1(41.9)	0.91(0.77)
4	17	51.8(41.4)	2.55(2.26)
5	16	55.7(35.8)	3.17(0.28)

() 内の数値は、荷重の偏心量 $e \leq B/6$ の条件は満たさないが、転倒の安全率 $F_t \geq 1.5$ が確保される場合

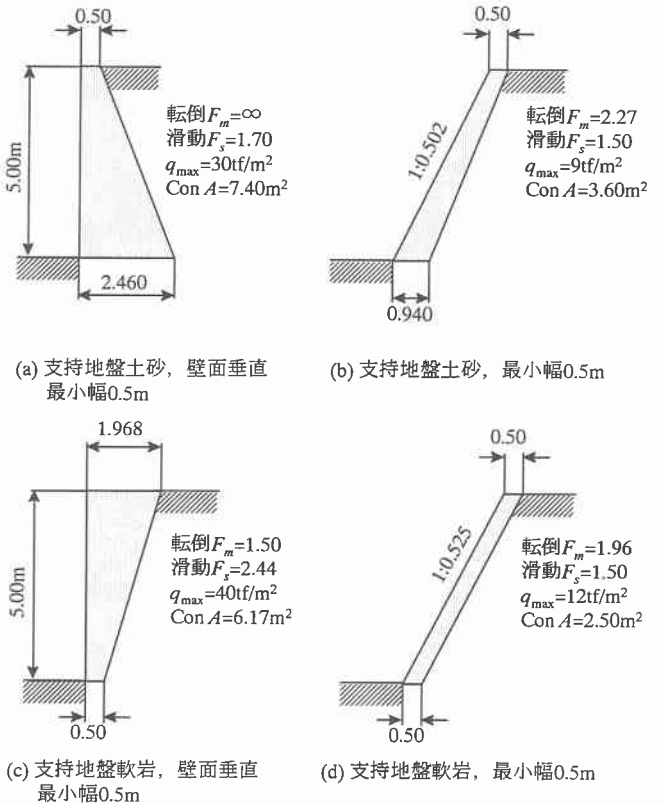


図-2 重力式擁壁の最適化断面

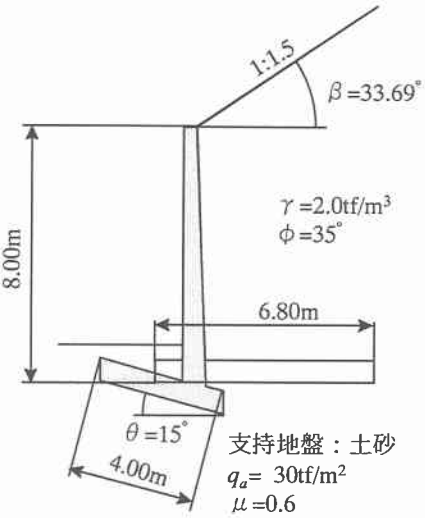


図-3 逆T型擁壁の最適化断面