

Ⅲ－５ 擁壁裏込め土のせん断強さの調査（高知県内）

株式会社 相 愛 正員 中村 和弘
株式会社 相 愛 正員 ○常川 善弘

１．まえがき

昭和 30 年代後半から 40 年代に施工された擁壁断面は、現在の基準で設計された擁壁断面の 1/2～2/3 である。これらの擁壁の殆どは 30 年程度経過しているにも関わらず現在も健全な状態にある。この原因は、安定性の照査方法の改訂ばかりでなく、設計時に用いる擁壁に作用する土圧の算定、特に裏込め材料のせん断強度定数の評価に問題があると考えられる。

２．擁壁設計方法の変遷と土質定数

昭和 31 年に初版が発刊された道路土工指針は、ほぼ 10 年ごとに改訂され、擁壁設計に関しては昭和 42 年版から掲載され、擁壁の土圧算定は、8m 以下の場合、半経験的なテルツァギーの土圧図表を、8m を越える場合、クーロン式を用いており、通常は地震時土圧を考慮していない。テルツァギーの図表は、5 分類した土の種類、裏込め地表勾配及び嵩上げ盛土高比から土圧係数を求めるものである。昭和 30 年代の擁壁は、安定計算を行って断面を決定するのではなく、経験工学的に決定されており、設計基準が作られた 40 年代においても、また同様に、クーロン式を適用する場合のせん断抵抗角は、技術者の経験により決定されていた。昭和 52 年の指針改訂においては、土圧算定方法は従来のものであるが、安定計算に地震時の照査が加わり、さらに、土質試験が困難な場合に適用しても良いとして土圧算定に用いる土質定数が裏込め土の種類別に「土圧算定に用いる土質定数」として表－１が示された。これにより、適用条件があるにもかかわらず土質定数の決定にほとんど土質試験が行われることなく、この表の礫質土あるいは砂質土に対応する土質定数が安易に用いられ設計されるようになった。昭和 61 年以降は土圧算定法に試行くさび法あるいはクーロン式を適用し、8 m を超える擁壁については地震時の照査が明記された。しかし、土質定数の適用は従前と同様である。この指針で示された土質定数は、全国一律に適用されることから、裏込め材料の土質特性や裏込め施工技術のばらつきなど考慮し、安全側に設定されたものと考えられる。

表－１ 土圧算定に用いる土質定数

裏込め土の種類	単位体積重量 γ_t (tf/m ³)	せん断抵抗角 ϕ (°)
礫質土	2.0	35
砂質土	1.9	30
粘性土	1.8	25

３．採取試料及び土質試験結果

３．１ 試料採取位置

試料の採取は、高知県に東西に帯状に分布する 3 地質帯において道路工事現場及び擁壁施工現場の 10 地点（三波川帯 3，秩父帯 3，四万十帯 4）を選定し、各地点 3 箇所ですべり面直下の表土部分を取り除き、乱した試料を採取した。試料採取位置を図－１に示す。

３．２ 粒度と強度特性

図－２及び図－３に粗粒土含有率とせん断抵抗角及び細粒土含有率と粘着力との関係を示す。これらの図から地質帯によるせん断定数の差異は認められず、せん断抵抗角では粗粒土含有率、粘着力では細粒土含有率の増加に伴いそれぞれ強度定数の増大傾向が認められる。しかし、せん断抵抗角は採取試料のほとんどが礫質土にもか

かわらず道路土工指針の土圧算定に用いるせん断抵抗角より $5 \sim 15^\circ$ 小さな値が得られている一般に非圧密非排水試験のせん断抵抗角は圧密排水のそれより小さく求められるが、不飽和土であることを考慮すると大きすぎる。この原因は、供試体作成方法にあると考えられる。すなわち、三軸圧縮試験用供試体の寸法の制約から 9.5mm を越える礫分を取り除いた影響及び試料の最適含水比が $7 \sim 13\%$ なのに対して供試体含水比が $8 \sim 35\%$ と高く高含水比、高飽和度の影響が現れたものと考えられる。図-4は採取土

及び供試体土の礫分含有率と砂分含有率の関係を示したものである。この図から明らかなように、現地土（採取土）の大部分は礫分が砂分の2倍以上含有しているのに対して、供試体土の大部分は砂分の2倍以内、供試体によって砂分が多い粒度特性となっており、供試体土は砂質土に近いものと考えてよいであろう。

一方、粘着力は全ての試料に対して 3tf/m^2 以上を示している。 9.5mm を越える礫分を取り除いた影響は、大部分の採取試料の細粒土含有量が 10% 以上であることから、数試料を除き 3tf/m^2 以上が期待できるものと考えられる。細粒分が 0% の時、粘着力は 0 と考えられるが、細粒分含有量と粘着力の関係から、細粒分が 5% 程度の数試料についても 1tf/m^2 程度の粘着力は期待できそうである。



図-1 試料採取位置

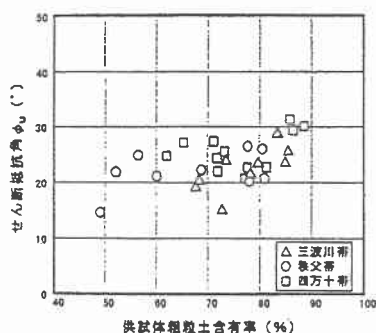


図-2 粗粒土含有率とせん断抵抗角の関係

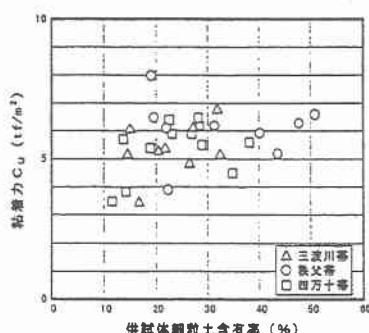


図-3 細粒土含有率とせん断抵抗角の関係

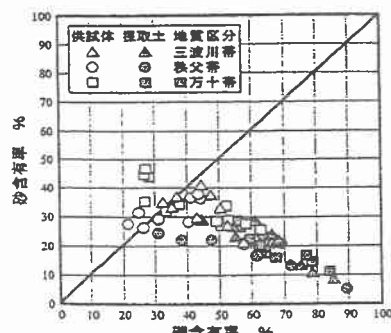


図-4 粗粒土含有率と粘着力の関係

4. まとめ

以上のことから、粘着力については、細粒分含有量が 10% 程度以上含まれる裏込め材料の湿潤密度を 2.0tf/m^2 以上程度に締め固めれば 3tf/m^2 の粘着力が十分期待できると考えられる。細粒分含有量が 5% 程度含まれる材料については、せん断抵抗角について試験を追加し十分な検討の必要があるが 1tf/m^2 程度以上の粘着力は期待できると推測できる。

せん断抵抗角については、大粒径部分を取り除いた影響による粗粒分含有率の減少及びそれによる供試体含水比の高含水比化による強度低下が見られることから粗粒部分の粒度調整試料による追加試験が必要であろう。なお、せん断抵抗角が 10° 程度小さくても、裏込め土の施工管理を十分に行い粘着力を 3tf/m^2 程度見込むことができれば、高さ 15m 程度の擁壁の土圧は、標準的なせん断抵抗角を用い粘着力を 0 とした場合に比べ小さくなるということが容易に計算できる。

今回の試験結果から土質、粒度及び含水比により強度定数にかなり幅があるが、ある程度の粘着力を考慮して良いと考えられる。さらに、擁壁設計時にその都度土質試験を行い適性な強度定数を得ることはより経済的な設計を行うため必要である。さらに、将来合理的かつ経済的な設計方法を確立するため、これらの土質データの蓄積は重要であろう。