

武蔵工業大学土木工学科 正員 星谷 勝

武蔵工業大学土木工学科 正員 反坂政美

1. 序

補強土 (Reinforced Earth 又は Terre Armée) とは土を引張強度をもつ材料で補強したものである。理論解析的にはランキン又はクーロン土圧論に基づくもの、あるいは弾性理論によるもの等がある。本研究は多くの実験結果にもかかわらず、土の特性からくる不明確性により、以然として定量的に明確とされていない基礎的な問題に対し、あえて実験を行い、次の諸点を検討したものである。(1) 補強土擁壁モデルを作成し、載荷重による耐荷力試験を行ない、補強土擁壁の安定性を検討する。(2) 土と補強材の摩擦特性をとらえるため、補強材の引抜き力を測定し、理論と比較検討する。(3) 補強土擁壁の変形挙動と水平土圧分布の関連性ならびに滑り面の形状を追跡し、古典土質力学による Lee の理論の妥当性を検討する。

2. 実験装置及び実験方法

補強土擁壁の強度特性をとらえるには補強土擁壁の安定性、土とストリップとの間の摩擦特性、変形挙動と水平土圧分布の関連性ならびに滑り面の形状を把握することが必要であると考えた。そこで、補強土擁壁を構築するためにモデルボックス、引抜き力を測定するロードセル及び引抜き機を考案作成した。モデルボックスの寸法は幅30 cm、長さ50 cm、高さ41.5 cmである。図1はスキン、ストリップ、ダイヤルゲージ、土圧計及び圧縮板の位置を示してある。擁壁の構築はまずモデルボックス内に支保工を底板に垂直に立て、1層ごとと順次にスキン、ストリップ、乾燥砂を入れて10層まで積み重ねた。砂は一定の高さから丁寧にふりまき、均し板で水平に砂の表面を均した。そして、載荷板 (38×29×1 cm (平板、鉄製)、13.154 kg) を水平に均した砂の表面に静かに置き、その中央を2.5 kg ランマーで、5 cm 高さから30回打撃して転圧を行なった。実験は次の種類について行なった。(1) 耐荷力試験: この試験

は補強土擁壁の限界状態を把握しようとするものである。実験はストリップの幅 W 及び長さ L を変えて行なった。(a) ストリップの幅を変えた場合 ($L=12.5$ cm, $W=0.6, 0.8, 1.0$ cm)。 (b) ストリップの長さを変えた場合 ($W=0.6$ cm, $L=10.5, 12.5, 14.5$ cm)。 (2) 引抜き試験: この試験は砂 (豊浦標準砂) とストリップとの間の摩擦特性を調べるものである。実験は次のようにして行なった。(a) 限界状態近傍でストリップの幅を変化させた場合の引抜き力 ($L=12.5$ cm, $W=0.6, 0.8, 1.0$ cm)。 (b) 限界状態近傍でストリップの長さを変化させた場合の引抜き力 ($W=0.6$ cm, $L=12.5, 14.5$ cm) (c) 載荷力を順次限界状態まで変化させたときの引抜き力 ($L=12.5$ cm, $W=0.6$ cm, $Q=15.628, 65.628, 115.628, 165.628, 215.628, 265.628$ kg)。引抜き試験は全て2層目中央のストリップの引抜き力を測定した。(3) 変形挙動試験: 変形挙動試験は耐荷力試験と同様のパターンで行なった。

3. 実験結果及び考察

従来から考えられてきた補強土擁壁における砂とストリップとの間の摩擦特性は次のようになる。深さ d (cm) における1本のストリップに働く全摩擦力はストリップ両面を有効とし、かつ (i) ストリップ長さ L を全て有効とすれば $F_L = 2LW(\sigma d + p) \tan \phi_u \cdots (1)$, (ii) ストリップ有効長さのみを考慮すれば $F_L = 2LW(\sigma d + p) \tan \phi_u$ となる。ここで、 p は載荷重、 $\tan \phi_u$ は土とストリップの滑り摩擦係数である。さらに

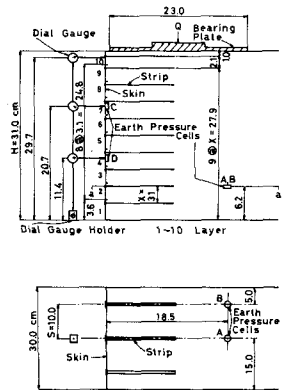


図1. 補強土擁壁の断面図及び平面図

水平方向の釣り合い条件を考えると、ストリップ全長及び有効長の摩擦力 (F_L 及び F_l)は引抜き力 F_p と水平土圧力 F_e の和に等しくなると考えられる。ここで、 F_p は引抜き試験より測定された引抜き力、 F_e は水平土圧力 $K_A (\gamma d + q) S X$ である。なお、各試験結果についてまとめると次のようになる。

(1) 耐荷力試験

図2及び3はストリップの幅及び長さに対する耐荷力 Q_{max} の変化を示したものである。明らかなことであるが幅 W 及び長さ L の増加に伴って耐荷力は直線的に増大している。しかも、各実験結果は共にバラツキが少なくなっている。この原因として転圧の一定化が成功したことが上げられる。

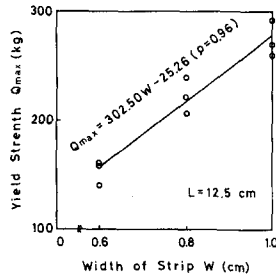


図2. ストリップの幅と耐荷力の関係

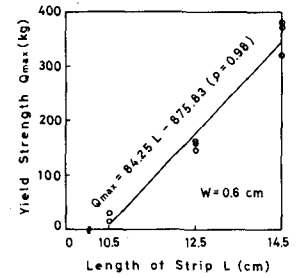


図3. ストリップの長さ耐荷力の関係

(2) 引抜き試験

図4は横軸に垂直土圧の理論値 $\gamma d + q$ 、縦軸には引抜き力 F_p 、摩擦力 (F_L 又は F_l)、引抜き力と水平土圧力の和 ($F_p + F_e$) 及び垂直土圧の測定値の平均 $\bar{\sigma}$ をとり、載荷量の増加に伴って、それぞれどのように変化するかを示したものである。ここで、 $\bar{\sigma}$ は各実験より求めた砂の単位体積重量を平均した値である。同図に示すように垂直土圧 $\gamma d + q$ と引抜き力 F_p の関係を直線で表わすと、相関の高い結果が得られた。引抜き力と水平土圧の和は摩擦力 (F_L と F_l で囲まれる範囲)とほぼ一致することは明らかである。

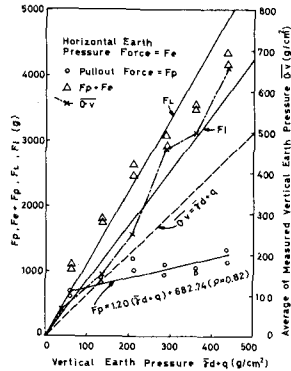


図4. 引抜き力と水平土圧力の和と摩擦力との比較

(3) 変形挙動試験

図5は載荷力 Q の変化に伴うスキンの変形挙動と水平土圧の関係を示したものである。この図より擁壁の変形は曲線となり明らかにたわみ性擁壁の様相を示すことがわかる。そして、水平土圧分布は限界状態に近づくにしたがって擁壁の上部に近いところではランキンの垂直土圧より大きくなり、下部においては減少することが明らかである。この現象はアーチ作用と考えられる。このような傾向はストリップの幅及び長さを変えたときも同様に起こることが測定された。すなわち、限界状態での水平土圧分布を厳密に把握するにはランキンの直線的な分布とするより、たわみ性擁壁に見られるような曲線的な分布と考えるべきである。

4. 結び

引抜き力と水平土圧力の和は限界状態で摩擦力とほぼ一致することが確かめられた。補強土擁壁の変形はたわみ性を示し、水平土圧分布はランキン土圧論による直線的な分布から限界状態では曲線的な分布に変わるということが裏証された。

5. 参考文献

1) Lee, K. L., Adams, B. D., Vagneron, J. M. J., Reinforced Earth Retaining Walls, J. of Soil Mechanics and Foundation Div, ASCE, Oct, 1973

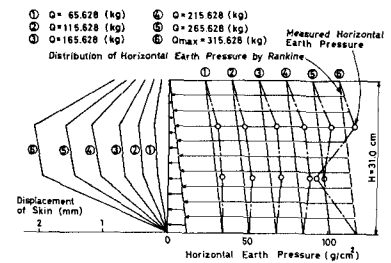


図5. スキン変位と水平土圧との関係