

補強土壁における二層敷設された帯状補強材の張力分担特性

山口大学工学部	正 員	兵動正幸	中田幸男	村田秀一
山口大学大学院	学生員	○高野彰浩		
間 組 (株)	正 員	松岡俊夫		
岡三工業 (株)	正 員	小浪岳治		

1. まえがき 補強土壁工法は他の工法と比べ、比較的容易かつ経済的な施工が可能であり、また、1996 年に発生した阪神大震災において、重力式擁壁等と比較して大きな崩壊が見られなかったため、耐震性についても評価されるようになった。しかし、設計法が極限釣り合い法に基づいているため、壁面変位等の変形については十分考慮されていないのが現状である。そのため、より合理的かつ経済的な設計法を確立する上で、補強土壁工法の補強メカニズムの正確な把握が必要とされてくる。本研究は、多層敷設時における補強メカニズムのうち、補強材の先頭張力に着目して補強土壁の小型模型実験¹⁾を行い、二層敷設された補強材の伸び剛性の組み合わせと張力分担特性について検討するものである。

2. 試料および実験方法 小型模型実験は試料に気乾状態の秋穂砂 ($G_s=2.62$, $D_{max}=2.0$, $\phi_s=43.9^\circ$, $D_r=50\%$) を用い、補強材にはニトリルゴム ($R2$ [$E^*=20.0$ kgf/cm]) と伸び剛性の異なる二種類の高密度ポリエチレン ($HDPE1$ [$E^*=339.0$ kgf/cm], $HDPE2$ [$E^*=554.2$ kgf/cm]) を使用して行った。図-1 は補強土壁の模型実験装置の概略図を示したものである。土層寸法は長さ 60cm、幅 30cm、高さ 45cm であり、可動壁の下端はヒンジとなっており、上部はスクリュージャッキに連結されたローラーにより支持され、ローラーは壁面が自立すると壁面材から離れる構造になっている。また、壁前面に設置された張力計 (底面より 10cm、20cm) により、二層敷設された各補強材 ($E1$: 上段の補強材、 $E2$: 下段の補強材) の先頭張力が計測可能となっている。実験は、補強材を二層の場合では土層底面から 10cm、20cm の位置に、一層の場合では 20cm の位置に敷設し、種々の裏込め土の高さ (天端高) において一定速度で自重崩壊させるものである。実験中は壁面反力、壁面変位、補強材の後端変位と先頭張力の計測するものである。

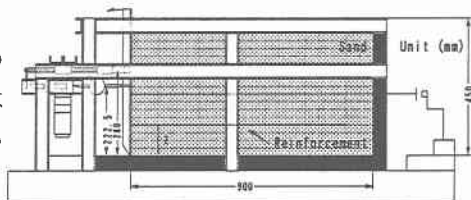


図-1 模型実験装置の概略図

3. 実験結果及び考察 図-2 は、裏込め砂の天端高 $H=400$ mm において、上段に $R2$ を敷設した場合の先頭張力と壁面変位の関係を示したものである。図中の白、黒のプロットはそれぞれ上段、下段の補強材の先頭張力を示しており、◎のプロットは上段に一層のみ敷設した補強材の先頭張力を示している。この図を見てみると、上段の補強材の先頭張力は一層、二層敷設のいずれの条件においても同様の径路をたどっており、最終的に壁面変位量のみが変化していることが認められる。次に、二層敷設時の補強材の関係について見てみると、上下の補強材に $R2$ を使用した場合では、上段の方が下段よりも大きな先頭張力が見られるものの、下段に $HDPE1$ を使用した場合、下段の先頭張力は上段よりも大きくなり、壁面変位は小さくなっていることがわかる。

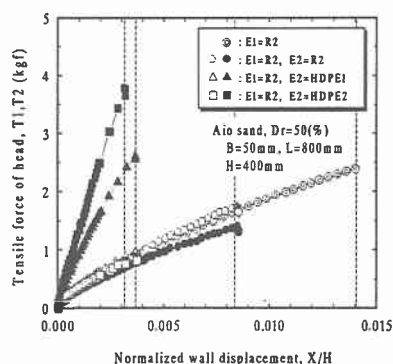


図-2 先頭張力と壁面変位の関係

$HDPE1$ と $HDPE2$ を下段に敷設した場合、壁面自立時の先頭張力には 1.5 倍程度の違いがあるものの、壁面変位を比較してみるとあまり差が見られないこともわかる。また、その二層敷設された補強土壁において、壁

面自立時における上下の補強材に発生する先頭張力は主働土圧合力作用位置に換算された一層敷設時の先頭張力とほぼ等しく、無補強時において壁にかかる壁反力分であった。以上のことから、補強土壁における壁面自立時の壁面変位は、伸び剛性やその伸び剛性の組み合わせにも影響を受けていることがわかる。以下では、二つの補強材の先頭張力の分担率と伸び剛性の組み合わせの関係について簡単な実験式を用いて検討を行う。先頭張力と壁面変位の関係は図-2に示すように若干非線形的な傾向を示しているが、ここでは簡便さを優先して線形で近似することを考える。その傾き $T/(X/H)$ と上載圧の関係を図-3に示す。この図から、 $T/(X/H)$ は上載圧には影響を受けず、補強材の伸び剛性と敷設位置が同一であれば一定であることがわかる。次に、補強材の先頭張力と先頭変位の関係における傾き T/δ と各補強材の伸び剛性との関係を図-4に示す。この図を見てみると、 T/δ と補強材の伸び剛性との関係はほぼ一義的になり、その傾向は補強材の敷設位置によらず以下に示す曲線で表すことが可能であると考えられる。

$$f(E^*) = a \cdot E^{*b} \quad (1)$$

ここで、 E^* は補強材の伸び剛性、 a 、 b はそれぞれ材料定数 ($a=1.02$ 、 $b=0.67$) である。この式とそれぞれの先頭変位 δ_1 、 δ_2 を用いて各補強材の先頭張力 T_1 、 T_2 を表すと次式のようになる。

$$T_1 = f(E_1^*) \cdot \delta_1, \quad T_2 = f(E_2^*) \cdot \delta_2 \quad (2)$$

このとき、各補強材の敷設高さを下段に敷設された補強材の底面からの高さを基準として $h:1$ とすると、今回の実験条件においては二つの補強材の先頭変位の関係は次式で表すことができる。

$$\delta_1 = h \cdot \delta_2 \quad (3)$$

これらの式を用いて各補強材の張力分担率を求めると次式のようになる。

$$\frac{T_1'}{T'} = \frac{h^2}{h^2 + (E_2^*/E_1^*)^b}, \quad \frac{T_2'}{T'} = \frac{(E_2^*/E_1^*)^b}{h^2 + (E_2^*/E_1^*)^b} \quad (4)$$

ここで、 T_1' や T_2' は主働土圧合力作用位置に換算された二つの補強材の先頭張力である。これらの式を見てみると、それぞれの張力分担率は上段の補強材の伸び剛性に対する下段の伸び剛性の比（伸び剛性比）と敷設高さの比 h で表されることがわかる。この式を用いて張力分担率と伸び剛性比の関係を表すと図-5となる。図中の白、黒のプロットはそれぞれ実験により得られた実測値から求めたもので、上段、下段の補強材について表している。この図より、各補強材の張力分担率と伸び剛性比との関係にはある一定の傾向があり、実験式を用いて表現可能であることが認められた。

4. あとがき 二層敷設時の壁面自立時における、壁面変位は補強材の伸び剛性の組み合わせに影響を受けることがわかった。次に、張力分担率と伸び剛性比の関係はある一定の傾向を持ち、実験式を用いて表現することが可能であることがわかった。

【参考文献】1) 福谷、村田、兵動、山本、西村、小浪：補強材の張力伝達特性を考慮した補強土壁の壁面変位予測，第32回土質工学会研究発表会，pp2469-2470，1997。

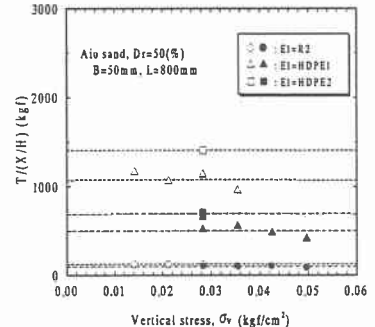


図-3 $T/(X/H)$ と上載圧 σ_v の関係

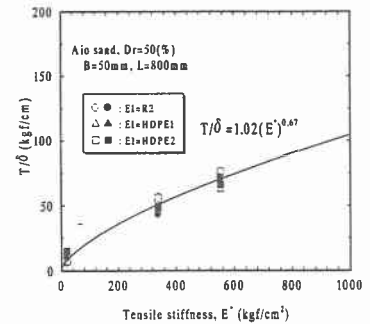


図-4 T/δ と伸び剛性 E' の関係

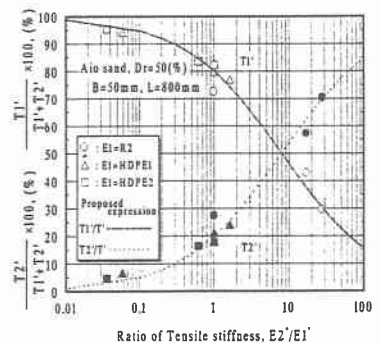


図-5 張力分担率と伸び剛性比の関係