

Ⅲ - B222 バットレス改良地盤の遠心水平載荷実験 (その2 平面改良率と山留め壁変形量の関係)

清水建設技術研究所 正会員 内山 伸
同 正会員 桂 豊

1. はじめに

軟弱地盤の掘削工事において、山留めの変形抑制を目的に掘削側地盤を改良するケースが多くなっている。このうち、深層混合処理工法などによる低改良率（10～15%程度）のバットレス型地盤改良も、現場実測によって山留め壁の変形抑制効果が確認されている¹⁾。しかし、平面改良率で等価剛性に置き換える従来のFEM解析や山留め弾塑性解析では、これら改良体を含む地盤の挙動や変形の評価は難しい。今回、遠心場で根入れ部分の掘削側地盤を想定した水平載荷実験を行い、低改良率バットレス型地盤改良の変形抑制効果を検討した。

2. 実験概要

原位置の地盤改良体の変形挙動は、山留め壁の根入れが十分確保されている場合、根入れ付近を中心とする回転挙動が卓越する²⁾。遠心模型実験では、変形抑制の因子となる地盤反力を発生させるため、山留め壁を強制的に回転させた。

図一1は模型土槽と改良部材設置の概要である。地盤は豊浦標準砂の空中落下法により作製した。模型地盤の単位体積重量は約 1.58g/cm^3 、相対密度は約80%であった。山留め壁はアルミ板（ $50\text{cm} \times 30\text{cm} \times 2.0\text{cm}$ ）、バットレス型改良体はアルミ部材（ $50\text{cm} \times 30\text{cm} \times 2.0\text{cm}$ ）を用いた。バットレス型改良体は山留め壁に接触状態で設置した。アルミ板および砂地盤と土槽側壁間の摩擦低減には、メンブレンゴムとシリコンオイルを用いた。

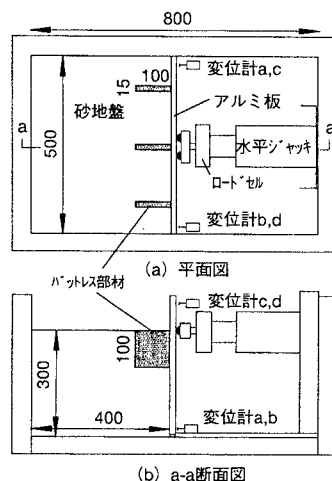
実験は、バットレス壁部材の枚数（間隔）が2枚（25cm）、3枚（16.7cm）、4枚（12.5cm）の3ケースと、比較のために砂地盤のみ（0枚）と100%改良の2ケース、合計5ケース行った。100%改良では、総重量を原地盤に合わせて作製した箱型部材を使用した。

遠心加速度約38Gの条件下、水平ジャッキを用いてこのアルミ板に根入れ下端中心の回転を強制的に発生させた。載荷速度は 0.1mm/min である。計測は、レーザー変位計で山留め壁四隅の水平変位量を、水平ジャッキ（容量2t）のロードセルで作用荷重を測定した。

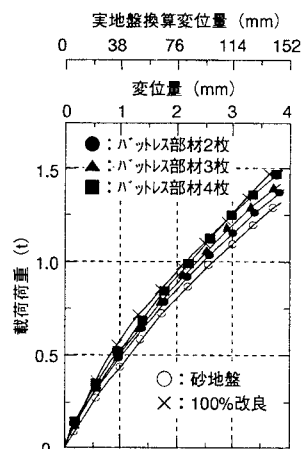
3. 実験結果

図一2は山留め壁頭部の水平変位量と作用荷重の関係である。水平変位量は1G場の値にも換算している。バットレス部材の枚数を増加させると水平変位量は低下する。約10mの根入れ長、約 $4\text{m} \times 4\text{m}$ の断面形状のバットレス型改良体の変形抑制効果が確認された。

図一3は平面改良率と山留め壁頭部の水平変位量の関係である。



図一1 模型土槽の概要（単位mm）



図一2 壁頭部水平変位

遠心模型 バットレス型地盤改良 水平載荷

〒135 東京都江東区越中島3-4-17 TEL03-3820-5522 FAX03-3820-5955

図中では、水平ジャッキの作用荷重毎の水平変位量を示した、ここで平面改良率とは、模型寸法で山留め壁から10cmの距離に占める改良体部材の面積割合（パットレス部材2枚で6%、パットレス部材3枚で9%、パットレス部材4枚で9%）である。各荷重段階とも平面改良率の増加に伴い壁変位量は低下している。また、平面改良率15%程度までは急激に低下するが、その後の改良率増加による変位低下量は非常に小さい。

図—4は、平面改良率と壁頭部変位量比との関係である。変位量比は砂地盤のみの変位量を基準にしている。実験値は荷重レベルに関係なく、平面改良率15%付近まで急激に減少（0.8程度）し、その後一定値（0.63～0.8）に漸近する曲線を描く。各改良率では、荷重レベルの低い方が小さい変形比を示す傾向にある。

図中には上述の実測逆解析とFEM解析の結果も示した。図—5は比較例として検討した実施工の平面図および実測変形、逆解析結果³⁾である。改良効果の算定には、最終掘削深さの実測変形量と、無改良時の逆解析変形量を比較した。実施工の平面改良率は約13%、変形量の比は約0.75と算出された。図—6は遠心模型2次元FEMモデル図である。地盤と改良体を線形弾性体、山留め壁を梁要素で表した。平面解析では、改良体の存在する深さにおける水平方向のみの変形を想定し、適切な外力を等分布荷重で与えた。断面解析では、改良部分の剛性は奥行き方向の面積平均で求めている。外力は山留め壁頭部に集中荷重を与えた。

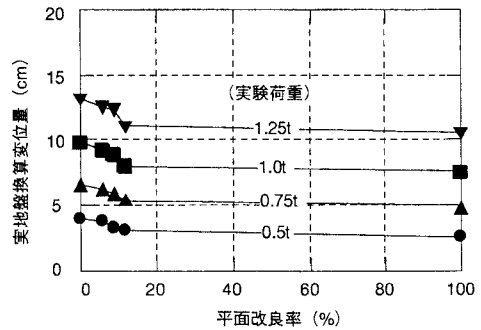
実測での変形比は、低い荷重段階の模型実験結果に近い値となった。平面解析は、改良体形状による変形抑制の傾向を表現できる。断面解析は、変形抑制の傾向を表現できない。さらに、100%改良時の変形低減も実験値との差は大きい。

4. 結論

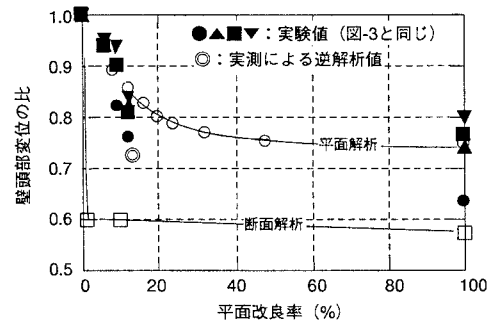
(1) パットレス型改良体による山留め壁の変形抑制効果は、今回の断面形状で改良率15%付近まで急激に増加する。(2) 平面改良率15～100%での変形抑制効果の増加は小さい。

参考文献

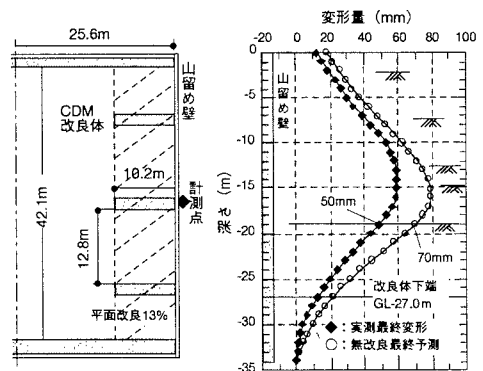
- 1) 加藤, 内山, 桂: 鉄道高架に近接した沖積粘性土の掘削工事, 基礎工, Vol.24, No.3, 1996, pp.95-101
- 2) 内山, 桂: 深層混合処理工法による複合山留め (その1 現場計測と計測結果), 第31回地盤工学研究発表会, 1996
- 3) 内山, 桂: 深層混合処理工法による複合山留め (その2 改良地盤の評価), 第31回地盤工学研究発表会, 1996



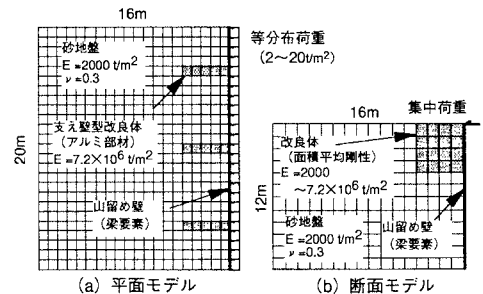
図—3 作用荷重毎の壁頭部変位



図—4 変位低減の比較（砂地盤を1とする）



図—5 実施工結果



図—6 FEM解析モデル図