

## プレロード・プレストレスト補強土模型の荷重保持載荷実験

東京大学大学院 学 柴田芳雄 平川大貴 篠田昌弘  
 東京大学工学部 正 内村太郎 龍岡文夫

**はじめに：**プレロード・プレストレスト(PL・PS)補強土工法により補強盛土の剛性と残留沈下特性を飛躍的に改善できることは、過去の研究<sup>\*1,2</sup>により確認されてきた。しかし、従来のほとんどの研究は静的載荷や地震動に対する応答についてであり、時間依存変形に関する研究はまだ十分には行われていない。これに対して、実際の建設時、供用時には、補強土構造物に対してあるレベルの荷重が継続して加わっていることが普通である。このような変形を正確に予測するためには、荷重保持時の変形特性を知ることが必要である。さらに、プレロード状態での荷重保持の後のプレストレスト状態における時間依存変形が、その後の繰返し載荷に対する変形特性に与える影響も調べる必要がある。そこで本研究では、PL・PS補強土橋脚模型のプレロード状態における時間依存変形特性をまず調べた。次にプレストレスト状態でも荷重保持を行い、その後の繰返し載荷時に生じる変形特性に対する影響を調べた。

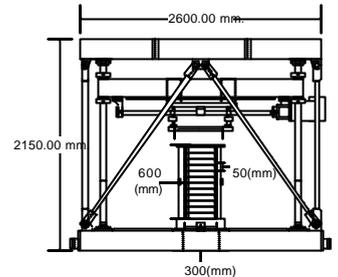


図 1a

**実験方法：**載荷装置を図 1a に示す。供試体作成法は、まず破断強度 3tonf/m の補強材補強材を下面として、その四方に補強材を巻き付けた土のうを固定した。次にその中に 7.5 kg の粒度調整碎石(物性値は表 1)を締め固めながら投入して、1層を作成した。これを繰り返すことにより、12層からなる  $\rho_d = 1.789 \text{ g/cm}^3$ 、相対密度  $D_r = 90\%$  の補強土模型を作成した(図 1b)。次の 3 種の実験を行った。(1) 1)平均鉛直応力 250kPa(プレロード)まで載荷、2)200kPa(プレストレスト)まで除荷、3)荷重両振幅 50kPa で 100 回の繰返し載荷、(2) 1)250kPa(プレロード)まで載荷、2)48 時間荷重保持、3)100kPa(プレストレスト)まで除荷、4) 48 時間荷重保持、5) 荷重両振幅 50kPa で 100 回の繰返し載荷、(3) 1)250kPa(プレロード)まで載荷、2)100kPa(プレストレスト)まで除荷、3) 荷重両振幅 50kPa で 100 回の繰返し載荷。以上の載荷パターンに対して、載荷と除荷の速さは全て 0.2kPa/sec とし、載荷荷重と載荷板の変位を計測することで、平均鉛直応力、平均軸ひずみを算出した。

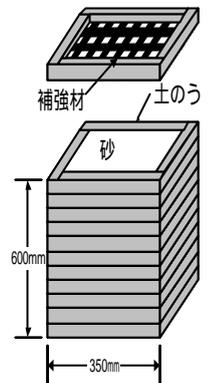


図 1b

**実験結果と考察：**実験(1)、(2)による平均鉛直応力 - 平均軸ひずみ関係の比較を図 2 に示す。この結果より、高い応力レベルでの繰返し載荷と長期の荷重保持には、ひずみの進行という観点からすると同程度の効果があることが分かった。ただし、経過時間と平均軸ひずみのグラフ(図 3)から分かるように、実験(1)の方がひずみの進行が若干早い。

実験(2)、(3)による平均鉛直応力 - 平均軸ひずみ関係の比較を図 4 に示す。これを見ると、プレロードに至るまでの結果にやや違いが出ている。これは材料が礫であることから、模型地盤の再現性を保つことが難しかったためであると考えられる。実験結果より(2)、(3)のどちらとも残留ひずみが小さいことが分かった。そこで、より詳細にプレストレスト状態での繰返し載荷による残留ひずみを検討するため、図 5 に載荷繰返し回数に対して残留ひずみをプロットした。(2)ではプレロードから除荷を行ってプレストレストに至った時点でも荷重保持を行ったことにより、時間経過とともに膨張変形を生じた(図 6)。そのため、繰返し載荷一回目においては、その膨張を打ち消すように比較的大きな収縮を生じた。しかし、繰返し載荷による残留ひずみの増加率を見ると、実験(3)の場合の方が大きい。そこで、繰返し回数を無限大に増やした時の残留ひずみの収束値を推定するため、得られた結果に対して双曲線

表 1 礫の物性値

$U_c$	5.41
$D_{50}(\text{mm})$	2.52
$D_r(\%)$	90
$\rho_d(\text{g/cm}^3)$	1.789
最大粒径(mm)	5
最小粒径(mm)	0.84

キーワード：補強土、プレロード、プレストレスト、時間依存変形

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学部 1 号館土質/地盤研究室 TEL/03-5841-6123

関数によるフィッティングを行ったところ、(3)の残留ひずみの収束値が 0.01498%であるのに対し、(2)は 0.01209%であった。つまり、プレロード時の荷重保持は、除荷後の多数回の繰返し载荷に対する変形を抑制する効果があることが分かった。なお、実験(2)でのプレストレス時の時間依存変形が膨張であることに対応して、除荷中の(b)~(c)間での膨張量も実験(3)の場合よりも大きかった。

**まとめ：** PL・PS補強土工法において、プレロードには残留ひずみを減らす効果があることは今まで知られていたが、さらに、プレロード時に荷重保持を行うことで、除荷後の繰返し载荷に対する残留ひずみを抑制できることが分かった。また、除荷時に荷重保持により膨張させると、次の繰返し载荷による最初の载荷時の変形は大きくなるが、プレロード時の荷重保持の影響により、その後の残留ひずみの増加率は小さくなる。

同じプレロード荷重において、繰返し载荷によりひずみの進行が特に大きく増大することはないことが分かった。

**謝辞：** 本報告は運輸施設整備事業団「運輸分野における基礎的研究推進制度」による研究の成果である。

参考文献 1：内村太郎、龍岡文夫、館山勝：プレローデッド・プレストレス補強土工法の原理と実物大模型実験計画、第 30 回土質工学研究発表会発表演集 pp2387-2390,1995

2：Shinoda,M., Uchimura,T., Maruyama,N., Tatsuoka,F., (1999) “Effects of preloading and prestressing on the vertical stiffness of GRS”, Proceedings of the 11th ARC on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol.1, pp.419-422

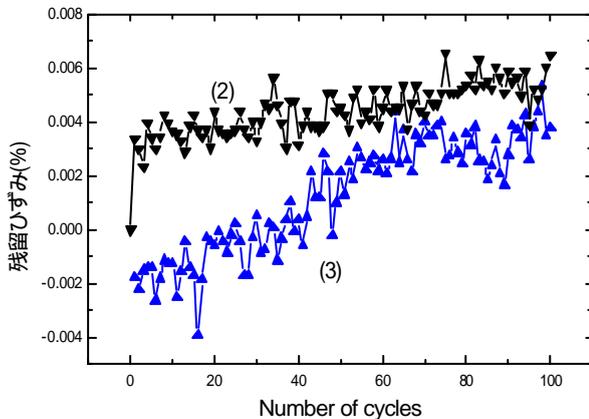


図 5 . 残留ひずみ変化

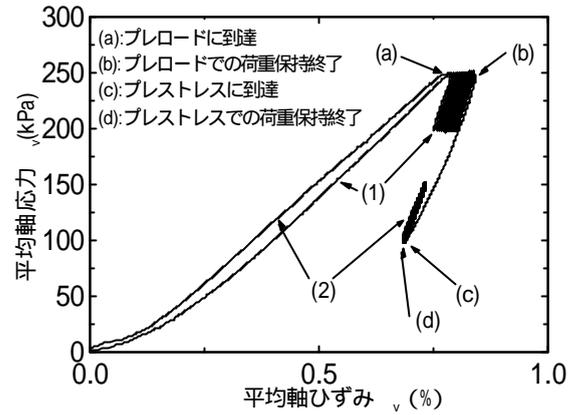


図 2 . 応力 ひずみ関係

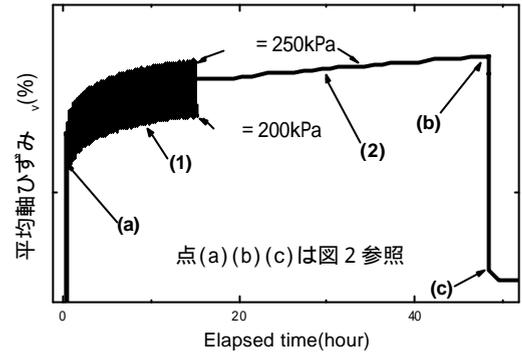


図 3 . ひずみの時間変化

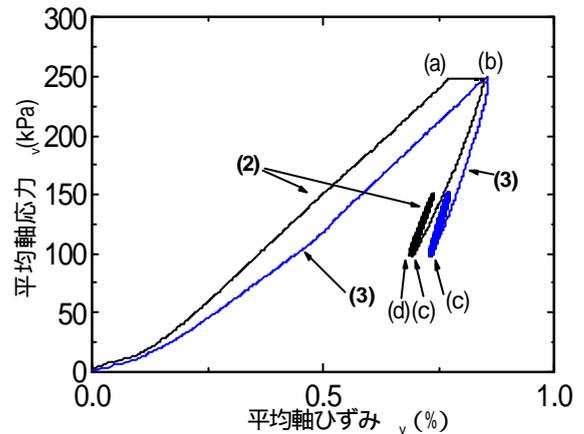


図 4 . 応力 ひずみ関係

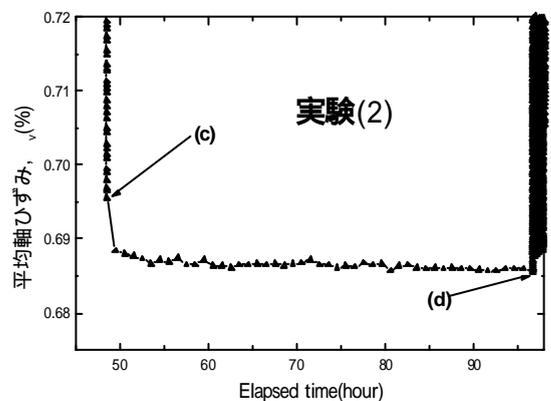


図 6 . プレストレスにおける荷重保持時のひずみ経時変化