

PL・PS 補強土実物大模型の載荷試験とその長期変動

Loading Tests and Long-Term Behaviour of Full-Scale PL・PS Reinforced Soil Models

内 村 太 郎*・龍 岡 文 夫**・村 本 勝 巳*
館 山 勝***・谷 学 東*・古 関 潤 一*

Taro UCHIMURA, Fumio TATSUOKA, Katsumi MURAMOTO,
Masaru TATEYAMA, Xuedong GU and Junichi KOSEKI

1. はじめに

土構造物は、強度と剛性が低く地震時にゆり込み沈下するなどの弱点をもつが、条件によっては鉄筋コンクリート構造物に比べて安価に建設でき、また延性的であるために基礎地盤の変形にも柔軟に対応できる。ジオテキスタイル補強土擁壁、およびその応用である橋台の強度、剛性、耐震性を飛躍的に高めるために、補強された裏込土にあらかじめ鉛直方向に圧縮プレロードを加え、使用時にもプレストレスをかけておく、プレロード・プレストレス (PL・PS) 補強土工法を提案した¹⁾。この工法の可能性と効果を確認するために、1995年2～5月に東京大学生産技術研究所千葉実験所内に実物大試験盛土を建設した²⁾。

1995年8月から、この試験盛土のプレストレス区間にプレロードを載荷・除荷しプレストレスを導入する試験を行った。本報では、これらの試験とその結果を報告する。

2. 載荷装置

油圧ジャッキで張力材に張力を入れ、盛土に載荷した。図1は張力材と反力板とに設置した載荷装置である。張力材を固定するナットは上下2段構えである。張力材に張力を加える時は、上のナットを締めてジャッキで押し上げる。張力材と反力板との変位を固定してプレストレス状態にするときは、下のナットを締めてからジャッキを取り除く。あとは、下のナットとワッシャー、鋼板だけが残る。

この装置を、4本の張力材に設置した。一定の油圧を長期間維持できる制御装置で、ジャッキに油圧を送る。制御装置は1台使用し、4つのジャッキに分岐して接続したの

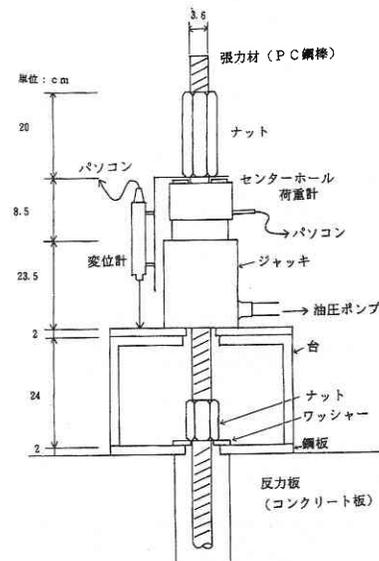


図1 載荷装置

で、プレロード時は4本の張力材に常に同じ張力がかかる。

プレストレス状態に入る時は下のナットを人力で締めたが、ジャッキを取り除くと張力材の張力が約1/3低下した。人力ではナットを十分に締められないことと、ナットの下の鋼板やワッシャーの剛性の不足が原因と考えられる。

載荷時は、センターホール荷重計で張力を、ジャッキの先端に設置した変位計で張力材の引き抜け長さを計測した。張力材の張力は鉄筋計でも連続して計測した。

3. 試験の手順

プレロード、プレストレスの試験は、3S, 3N, 3M, 2Nの区間で順に行った。このうち最初の3区間は粒度調整碎石にグリッドを用いた区間(図2)、2Nは関東ロー

*東京大学生産技術研究所 第5部

**東京大学工学部

***鉄道総合技術研究所

研究速報

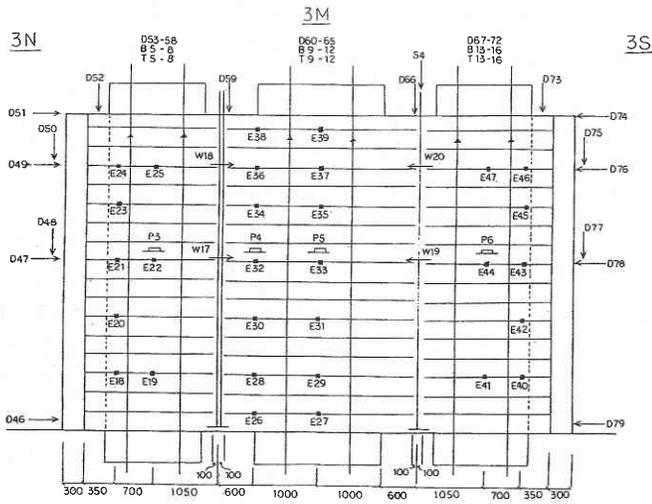


図2 計測器配置図 (第3断面)
 D. 位計 S. 沈下板 E. ひずみゲージ
 W. ワイヤ式変位計 T. 鉄筋計
 B. 張力材引出量 P. 土圧計

に複合材を用いた区間 (図は前報に掲載²⁾) である。

図3.1~4に、各区間での圧縮荷重の荷重パターンを示す。

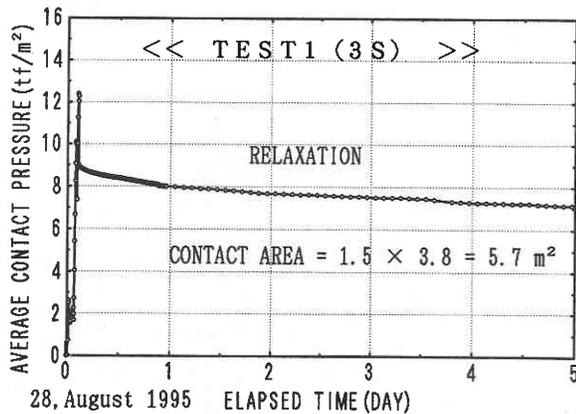
TEST1 (3S) プレロードを12 tf/m² かけて、約10分後に変位を固定した。

TEST2 (3N) プレロードを12tf/m²かけたまま3日間クリープさせた後、変位を固定した。

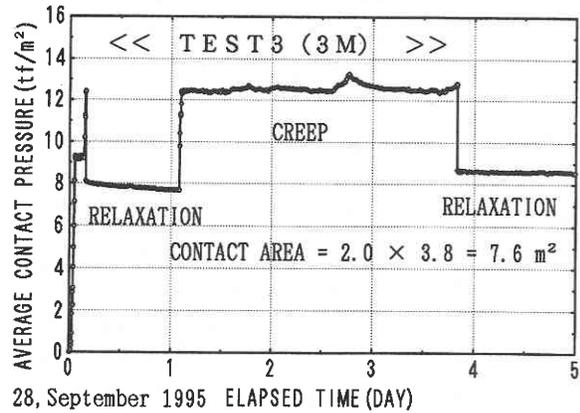
TEST3 (3M) プレロードを12tf/m²かけて約10分後に変位を固定し、1日だけリラクゼーションさせた。次に再び12tf/m²で3日間クリープさせた後、変位を固定した。

TEST4 (2N) プレロードを1日毎に1 tf/m²ずつ増加して荷重していき、5日目に5 tf/m²に達した。その直後に変位を拘束し、2時間だけリラクゼーションを観測した。つづいて再び5 tf/m²で6日間クリープさせた後、変位を拘束した。

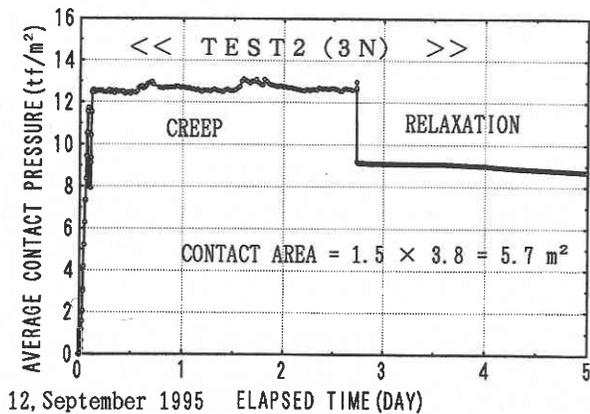
それぞれの手順で、「変位を拘束」する時には、前述の



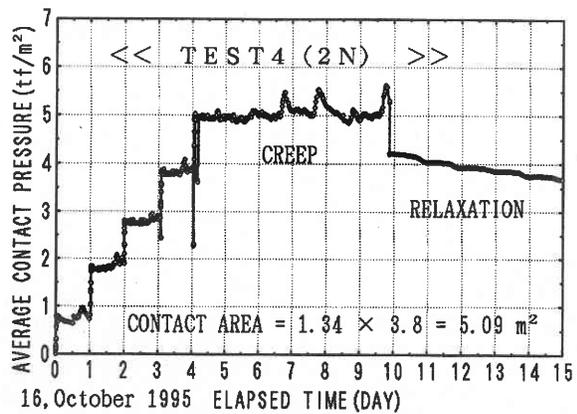
1. 区間3S



3. 区間3M



2. 区間3N



4. 区間2N

図3 プレロードの荷重パターン

通り張力が1/3程度抜けるため、実際には「除荷してから変位を拘束」したことになる。

4. プレロード荷の結果

それぞれの区間のプレロード荷によって、盛土は図4のように変形した。3S, 3Nの荷では補強材の端(土のうの前面から2m奥)に壁面と平行に亀裂が入り、盛土上部が反力板ごと壁面側へ水平移動した。また、反力板は壁面側へ傾き、反力板の両端(距離1.5m)で5~7cm不等沈下した。亀裂は、幅は天端の開口部で約10cm、深さは上から観察しただけでも2mあった。このような大きな変形の原因の一つは締め固め不足だろう。幅4mの狭い区間で盛土を構築したため、締め固め機に小型の機械しか使えず十分な締め固めが難しくなり、特に壁面付近は締め固め不足だった可能性が高い。また、4本の張力材の荷重を個別に制御せず同じ荷重をかけたことも、傾斜の原因と考えられる。

3Mの区間は両側に3N, 3Sの荷による亀裂があり不安定な状態だったが、反力板の沈下は小さく傾斜もなかった。盛土中央部で比較的良好に締め固められたためだろう。

2Nの区間では、反力板はクリープ変形を含め約10cm沈下し、壁面側に傾斜して両端で約6cm不等沈下した。しかし、反力板の水平変位は2.4cmで3N, 3Mにくらべて小さく、補強領域の裏にも荷による亀裂は確認できなかった。

5. プレストレスの長期計測結果

プレロード荷からプレストレス状態に入って1995年12月に至るまでの、プレストレスの変動(リラクゼーション)を図5に示す。ここでプレストレスとは、4本の張力材の張力の和を反力板の面積で除した平均接地圧をさす。

3Sの区間のプレストレスは、変位固定直後、約5日間急激に減少し、その後も減少を続けた。土の変形特性の時間依存性(広くは粘性的性質)のためと思われる。

3Nの区間では、クリープ後のリラクゼーションの速度は3Sに比べ非常に遅かった。しかし、翌日(9月17日)の台風12号で120mmをこえる降水があった影響で3Sとともにプレストレスが0.5~1tf/m²減少した。降水によるプレストレスの減少は、水浸によって盛土内部のサクションが開放され、土のコラプス変形が促進されたためだろう。

3Mの区間では、プレロードの応力でのクリープ変形の前後でそれぞれ変位を固定してリラクゼーションを観測している。これらを比較すると、高い応力でのクリープ変形

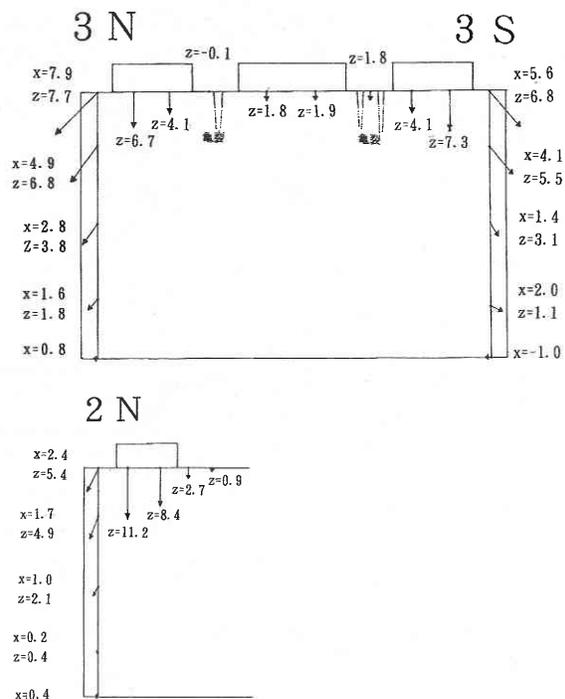


図4 プレロードによる盛土の変形(単位cm)
 1. 区間3S, 3N, 3M 2. 区間2N
 (盛土上面の水平変位は計測していない.)

によってリラクゼーション速度が約1/3に低下している。

3Mの区間に荷した時、隣接する3N, 3Sの区間のプレストレスが1tf/m²近く減少した。3Mの区間の圧縮応力が両隣りの区間に伝わったためと思われる。3N, 3S区間では、その後のプレストレスの減少は非常に遅い。

2Nの区間では、6日間のクリープ変形にもかかわらず、変位固定直後から急速にプレストレスが減少した。しかし、その速度は徐々に遅くなっている。

6. ま と め

実物大のジオテキスタイル補強土試験盛土にプレロードを荷・除荷し、プレストレスを導入する試験を行った。

壁面付近では、締め固め不足のために比較的小さなプレロード荷重で大きな変形が起きた。補強盛土の締め固め(とくに壁面付近)の重要性を示している。盛土中央部の3Mの区間は変形が小さく、締め固めが十分だったと思われる。

変位固定後のプレストレスの計測で次の現象が見られた。

- (1) 変位固定後、プレストレスは減少した(リラクゼーション現象)。
- (2) プレストレスが最も速く減少した3S区間でも、30日後にはじめの1/2のプレストレスが残ってい

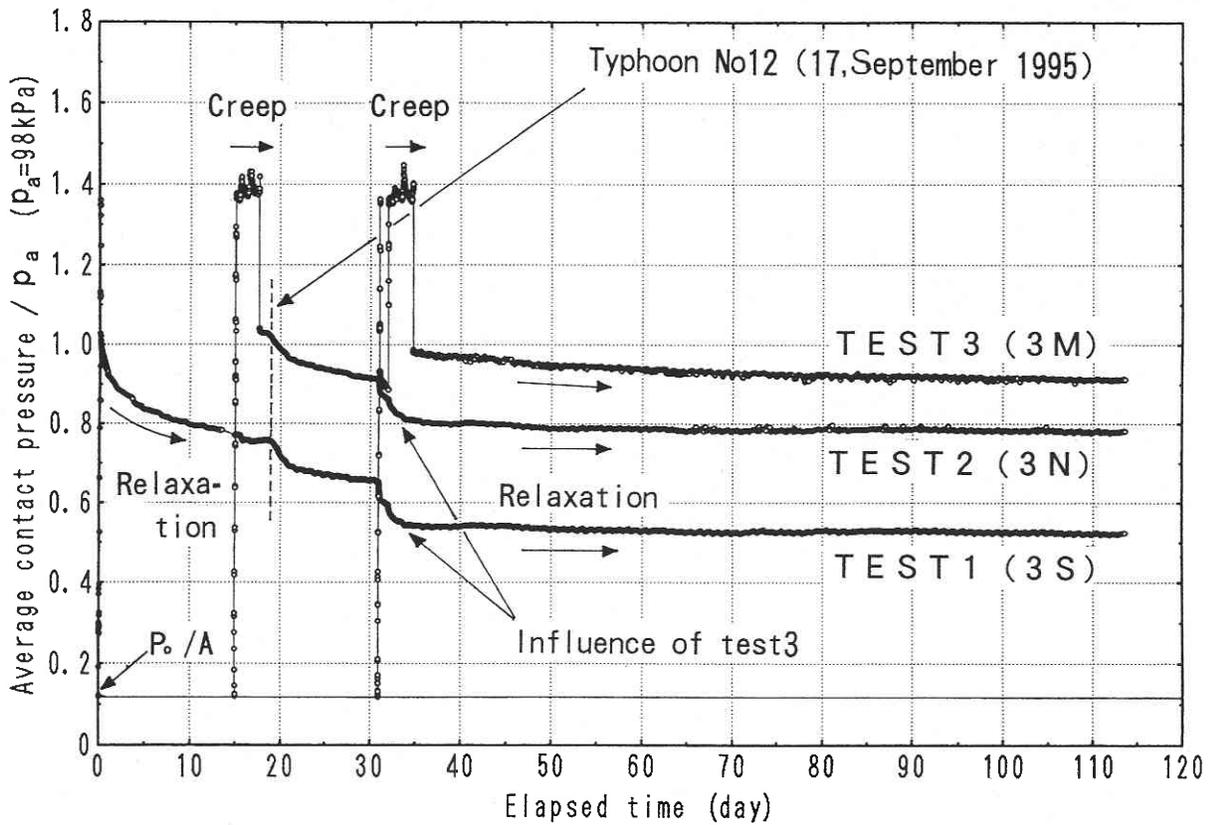


図5 プレストレスの計測結果

た。

- (3) 大量の降水によって、プレストレスが減少した。
- (4) 粒度調整砕石区間をプレロード荷重でクリープ変形させるとプレストレスの減少速度が著しく低下した。
- (5) 隣接区間の荷重の影響でプレストレスが減少した3N、3S区間はその後のプレストレスの減少が非常に遅い。

上記(4)(5)の結果から、工夫次第ではかなりの大きさのプレストレスを長期間維持できると思われる、この工法の実用化の可能性を示唆している。

7. 謝 辞

この模型実験にあたり、助言と協力を頂いた東大生産研の佐藤剛司氏と小高猛司氏、法政大学工学部の本廣竜三氏、日本大学生産工学部の柴田博之氏、試験盛土構築に協力して頂いた東急建設の田村幸彦氏に感謝いたします。

(1995年12月7日受理)

参 考 文 献

- 1) 内村太郎・龍岡文夫・佐藤剛司・館山勝(1995)プレロード・プレストレス補強土工法の原理と実物大模型実験計画, 生産研究第47巻8月号.
- 2) 内村太郎・龍岡文夫・古関潤一・佐藤剛司・小高猛司・館山勝(1995)プレロード・プレストレス補強土工法の実物大模型実験, 生産研究第47巻9月号.