

プレロード・プレストレス補強土のプレストレス維持装置の開発（その2）

東京大学大学院 学 ○篠田昌弘・石村隆敏
 東京理科大学大学院 学 中村俊朗
 東京大学工学部 正 内村太郎・龍岡文夫

はじめに： 補強盛土の剛性と残留沈下特性及び耐震性を飛躍的に改善できるプレロード・プレストレス補強土工法¹⁾において、プレストレスを常に維持することが構造物の安定性にとって重要である。今回、強震時においてもプレストレスを維持する新しい方法を、振動台実験により検討した。

実験方法： 裏込め材には、空気乾燥粒度調整砕石($D_{50}=1.24\text{mm}$, $U_c=193$, $Dr=90\%$, $\gamma_d=1.93\text{gf/cm}^3$)を使用した。補強材を巻いた土のうを水平に設置し、裏込め材を突き固めにより締固めてそれぞれの層を作成し、これを繰り返して12層の模型(高さ：60cm、断面 35cm×35cm)を作成した。補強材は、リン青銅を用い格子状にはんだづけで作成した。鉛直荷重を人力でタイロッドを締めることにより所定のプレロードまで鉛直載荷し、次に除荷してプレストレス状態にした。水平加速度計は上板に一個、供試体三個、振動台に一個設置した(図1)。鉛直加速度計は、上部反力板に二個設置した。軸変位計は上部に二個、水平変位計は側部に三個設置し、底面土圧とタイロッド張力をロードセルで測定した。プレストレスはプレロードの半分が適切であるので²⁾、プレロードを30kPa、プレストレスを15kPaとして加速度700gal、振動数10Hzで加振した。

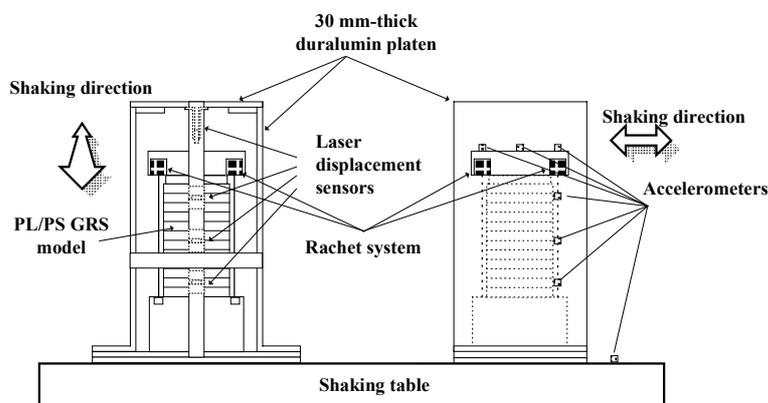


図1 PL・PS補強土模型と測定装置

プレストレス維持装置（ラチェット装置）： 模型上板のタイロッド締結部に、ナットの代わりにラチェット装置(図2)を設置した。ラチェット装置の構成則と境界条件は下式で表わされる。

構成則： $T = T_0 + k_H \cdot D \cdot \tan \alpha - S \cdot k_{rod}$ (式1)

降伏条件： $T = F_M \cdot N_{H0} + \frac{F_M \cdot k_H}{\tan \alpha} \cdot S_K$ (ただし $F_M = \frac{1 - \mu \cdot \tan \alpha}{\mu + \tan \alpha}$) (式2)

ここで、 T ：タイロッド張力、 T_0 ：初期タイロッド張力、 D ：くさびの水平方向の移動量、 k_{rod} ：タイロッドのばね定数、 α ：くさびの角度、 S ：ラチェット支持枠の沈下量、 N_{H0} ：くさびの初期水平力、 k_H ：水平ばねのばね定数、 $S_K = -D \cdot \tan \alpha$ ：くさびの軸方向変位量である。式1、式2をもとにしたタイロッド張力と盛土の沈下量の関係を図3に示す。初期状態A ($D=0$)では、構成則は図3の①であり、くさびが動かない限り力と変位は①に沿って変化する。力と変位が降伏条件に達するとくさびが動き始め(点B)、沈下が更に進むとこの降伏条件

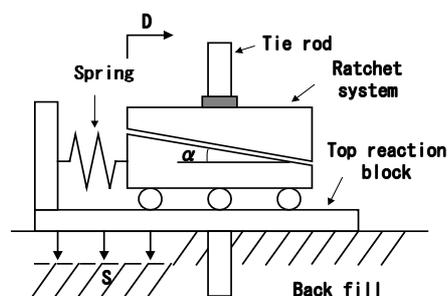


図2 ラチェット装置

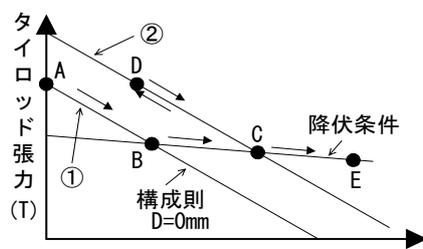


図3 ラチェット装置の特性

キーワード：プレロード、プレストレス、ラチェット装置、振動台実

連絡先：東京都文京区本郷7-3-1 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻土質/地盤研究室

Tel : 03(5841)6124, Fax : 03(5841)8504, email : uchimura@civil.t.u-tyokyo.ac.jp

上を動く。このため、沈下によるタイロッド張力の減少は小さい。

同時に、式1のDが増加するため、構成則も右側②にシフトする(点C)。その後、盛土が膨張すると、今度は②の構成則に従って、タイロッド張力が増加する(点C→点D)。その後盛土が沈下すると、再び点Cまでは②の構成則に従い、点Cの後は再びくさびが滑って、降伏条件に従ってC,E間を動く。このように、ラチェットを用いることにより、盛土の沈下によるタイロッド張力(プレストレス)の大幅な抜けを低減でき、盛土が膨張するときは高い剛性を示す。

実験結果及び考察： 図4は、沈下量、4本のタイロッド張力の平均値から求めたプレストレス、そのプレストレスの移動平均(1周期分での平均)を初期プレストレスで除したもの(PS/PS_{ini} (%))、模型上面と振動台での水平加速度の時刻歴である。ラチェット装置がない場合、加振直後にプレストレスが若干増加するものの、プレストレスの抜けが早い(図4b,d)。一方、ラチェット装置を取り付けた場合、加振開始から6秒ほどは初期値以上のプレストレスが維持されている(図4c,d)。さらに、加振中のプレストレスの振幅は、ラチェット装置を取り付けた場合のほうが大きい。これは、ラチェットが供試体の膨張に対して高い剛性を示し、膨張を効果的に拘束しているからである。また、プレストレス時刻歴の時刻2.5秒~3.0秒間での拡大図(図5)では、初期プレストレス15kPaより高い値で振動している。これは、曲げ変形により圧縮側のタイロッドが縮もうとすると、ラチェットのくさびがくいこむことにより、プレストレスを維持しているためである。この効果により、加振直後にプレストレスが大幅に増加し、ラチェット装置によって曲げ変形が抑制されている。ラチェットを設置したほうが加振中の沈下が大きい(図4a)、これは、より強い力で圧縮されていることと、プレストレスが維持されていることで、剛性が保たれ、高い応答倍率が維持されるので、その分沈下が進行したと考えられる。実際の地震波はランダム波であるため、プレストレス荷重を一定にできれば共振し続けることはない。むしろ、共振する可能性が生じるのはプレストレスが低下する場合である。したがって、崩壊を免れるためには、短時間に共振して若干沈下しても、プレストレスの抜けが生じないことのほうが重要である。

まとめ： PL・PS補強土のラチェット装置の効果について検討した。その結果、ラチェット装置を設置すれば、若干沈下はするがプレストレスの抜けは軽減できる。実施工においても、プレストレスを維持できる装置を設置できれば、高い耐震性を有する土構造物を実現できる。

参考文献 1)内村太郎・龍岡文夫・館山勝・古関潤一・前田崇・鶴英樹(1996): プレロード・プレストレス補強盛土のメカニズム・原理実験・実大模型実験・実施工,第11回ジオセンセティックスシンポジウム発表論文集,国際ジオセンセティックス学会日本支部,pp.72-81; 2) Shinoda,M., Uchimura,T., Maruyama,N. and Tatsuoka,F. (1999), "Effects of preloading and prestressing on the vertical stiffness of GRS structure", *Proc. of 11th Asian Regional Conf. on SMGE, Seoul*, Vol.1, pp. 419-422.; 3)内村太郎・龍岡文夫・篠田昌弘・石村隆敏・中村俊朗 (2000): プレロード・プレストレス補強土のプレストレス維持装置の開発(その1),土木学会第55回年次学術講演会

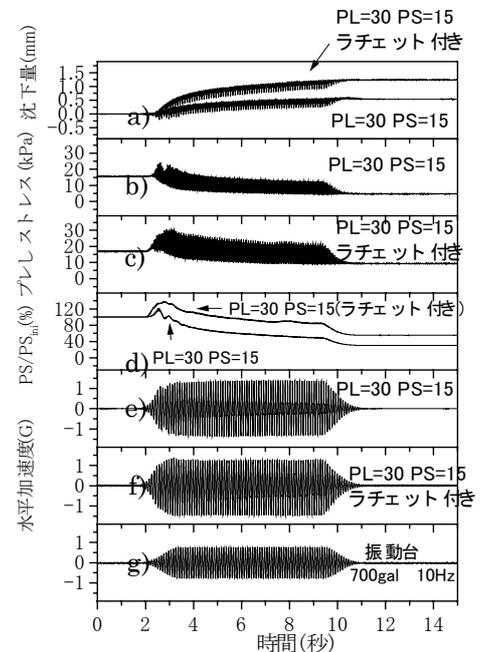


図4 ラチェット装置の効果

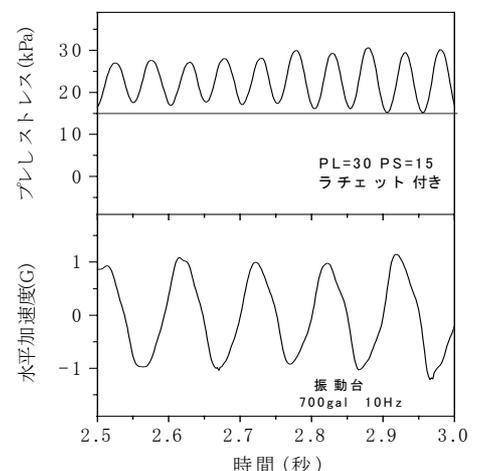


図5 模型の振動の様子