

# プレロード・プレストレスト補強土のプレストレス維持装置の開発（その1）

東京大学工学部 正 ○内村太郎・龍岡文夫  
 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

**はじめに：** プレロード・プレストレスト補強土工法<sup>1)2)</sup>においては、プレストレスが維持されていれば、拘束された土は高い剛性を示すため、地震荷重や供用荷重による盛土の変形が小さく抑えられ、塑性的な変形が起らず、残留変形がほとんど発生しない。逆に、プレストレスが低下すると、残留変形が生じて盛土が沈下し、さらにプレストレスが低下するという悪循環に陥る可能性がある。従って、強震時あるいは長期間供用したときにも、プレストレスを常に維持することが構造物の剛性、耐震性を保つために重要である。そのためには、良質の盛土材をよく締め固めて十分なプレロードをかけることが有効であるが、ここでは、タイロッドの締結部の工夫によってプレストレスを維持する方法について考察する。

**タイロッドの締結部：** タイロッドの締結機構で、

最も単純なものは、ナットである（図1 a）。この場合、盛土が沈下すると、タイロッドの剛性に応じた分だけプレストレスが低下する。図1 bのように、ナットにバネを挟むと、タイロッドの見かけの剛性が下がるので、盛土が多少沈下してもプレストレスの減少が少なくなる。しかし、タイロッドの剛性が高ければ、地震時に構造物が曲げ変形を起こすときに、伸張側のタイロッド張力が増加して盛土の変形を抑える効果があるが、バネを挟むと伸張時にも剛性が低くなるのでこの効果が期待できない。そこで、締結部に図1 cのようなラチェット機構を用いて、盛土が沈下するときにはプレストレスを維持するように働き、盛土が曲げ変形で伸びるときにはタイロッドの高い剛性を効かせる方法を考案した<sup>3)</sup>。締結部に水平のバネで押し込まれるくさびを挟むことにより、盛土が沈下してタイロッドの張力が低下するとくさびが食い込んでプレストレスを維持するように働く。盛土が膨張するときは、摩擦のために、くさびは抜け出ず、タイロッド自身の剛性が発揮されて張力が増加する。さらに、タイロッドに期待する張力が大きい場合、図1 dのように鉛直のバネを組み合わせることによって、ラチェット機構が負担する荷重を減らすことができる。

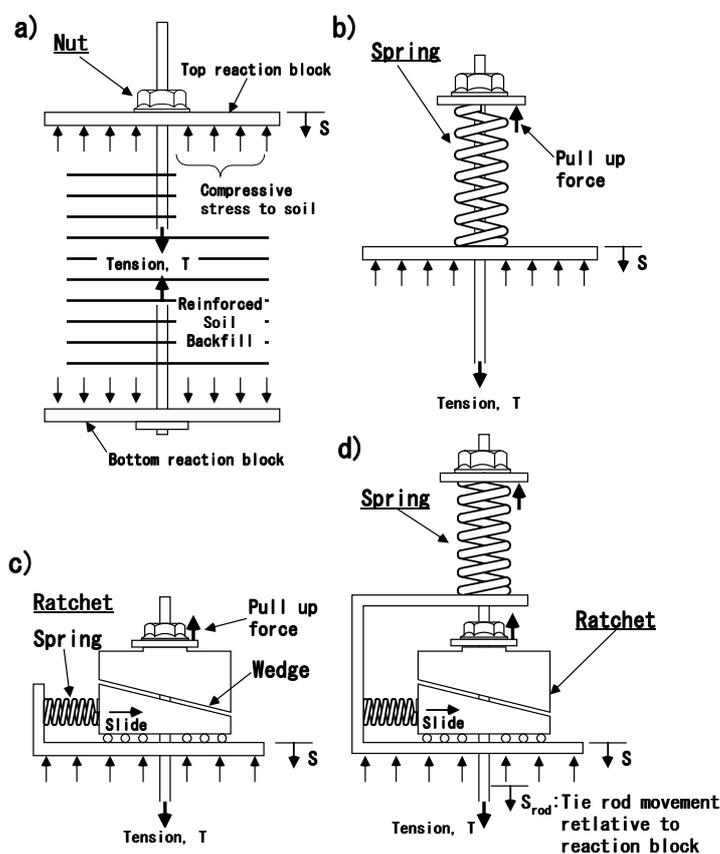


図1 タイロッド締結部の模式図

さらに、タイロッドに期待する張力が大きい場合、図1 dのように鉛直のバネを組み合わせることによって、ラチェット機構が負担する荷重を減らすことができる。

**ラチェット機構の模型実験：** ラチェット機構の図1 dの形式の模型を作成して載荷試験を行った。鉛直のバネはバネ定数 221N/mm、水平のバネは 19.2N/mm、くさびの角度は 10度で、材質は表面を研磨した鉄で

キーワード：プレロード、プレストレス、ラチェット装置、振動台実験

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

ある。タイロッドに約 9000N の張力をかけた状態で、水平バネが最も縮んだ状態に設定し、そこから盛土の沈下と地震時の曲げ変形による伸張を模擬して、タイロッド張力を変化させた。図 2 a は、このときのタイロッドのラチェット装置に対する相対変位  $S_{rod}$  と、タイロッド張力  $T$  との関係である。また、ここではタイロッド締結部だけを用いて実験しているが、実際にはタイロッドのもう一方の先端は盛土の底部に締結されているので、タイロッド全長にわたるバネ定数を 2000N/mm と仮定して、図 2 a の結果をもとに盛土の沈下とタイロッド張力との関係を計算したのが図 2 b である。盛土が沈下し、タイロッドの張力がゆるむと、水平バネによってくさびが押し込まれる (A→B)。このときの見かけの剛性は、タイロッド自身の剛性より遙かに小さいので、くさびの効果によってプレストレスの低下が少なくなっている。一方、盛土が伸張しようとする時、くさびは摩擦によって動かないために、張力はタイロッドの剛性に従って増加する (B→C)。その後、再び盛土が沈下すると、くさびが動き出すまではタイロッドの剛性を示すが (C→B)、さらに沈下するとくさびが動いて、プレストレスを維持する (B→D)。

**橋脚模型の振動台実験での挙動：** プレローディッド・プレストレス補強土橋脚模型の振動台実験で、図 1 c の形式のラチェット機構を用いた (詳細は文献 3)。前述の実験と同じくくさびを用いたが、期待する張力が小さいため、水平のバネは 5.1 N/mm のものを用いた。4 本のタイロッドの内、西側の 1 本の張力と、模型上板の西側の上下動 (沈下が正) との関係を示す。盛土が伸張するときのタイロッドの剛性は、1800kN/mm 程度であり、タイロッド自身 (この実験ではスチールワイヤー) の剛性が現れている。これに対して、盛土が沈下していくときは、くさびが食い込むことによってプレストレスの低下を防いでおり、見かけ上 100N/mm 程度の剛性になっている。

**まとめ：** プレローディッド・プレストレス補強土工法において、地震時・長期供用時のプレストレスの低下を防ぐために、タイロッドの締結方法としてラチェット機構を考案して模型実験を行った。模型実験では、この方法の有効性が示された。実現場でこのような機構を実現し、屋外の長期使用に耐えるようにするには、さらに工夫が必要だと思われるが、原理的には、盛土が沈下するときはプレストレスを維持し、盛土が膨張するときには高い剛性を保つ締結具を設置できれば、プレストレスの維持に効果的である。

**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): プレローディッド・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 1 1 回ジオセンセティックスシンポジウム発論文集,国際ジオセンセティックス学会日本支部,pp.72-81; 2)内村太郎・龍岡文夫・古関潤一・館山 勝・古賀徹志(1998): プレローディッド・プレストレス補強土の現場計測と設計法・施工法の提案,ジオセンセティックス論文集,vol.13, I G S 日本支部,pp.75-84 ; 3)篠田昌弘・石村隆敏・中村俊朗・内村太郎・龍岡文夫(2000): プレローディッド・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) ,土木学会第 55 回年次学術講演会

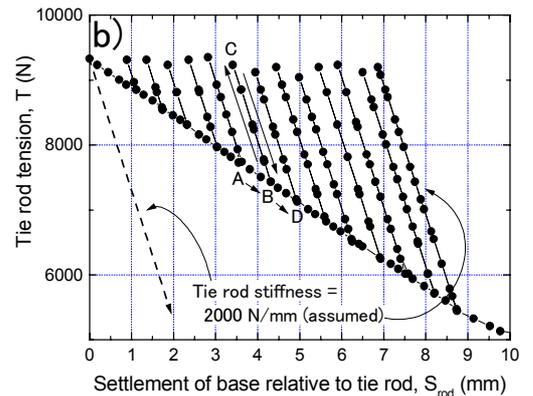
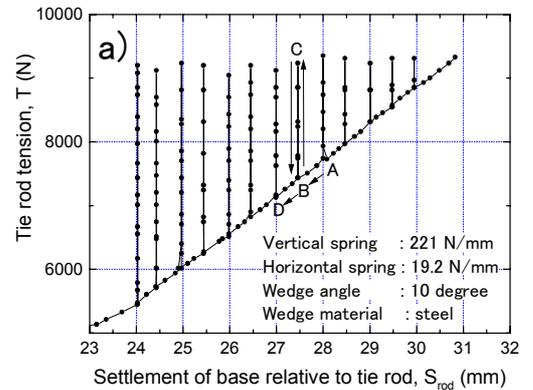


図 2 ラチェット機構の模型の荷重実験

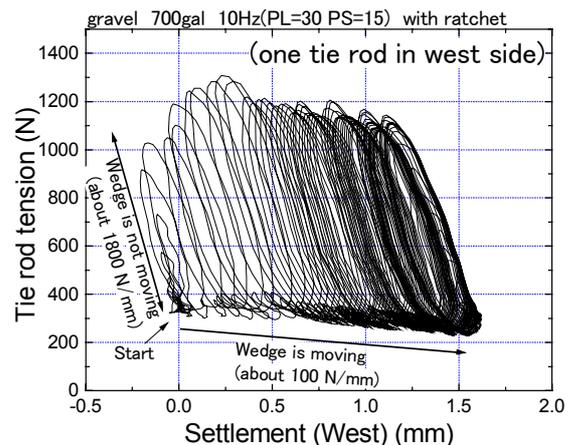


図 3 振動台実験での挙動