

不規則波加振時の PLPS 補強土橋台におけるラチェット装置の有効性

東京大学大学院 学 半井 健一郎・篠田 昌弘  
 鉄道総合技術研究所 正 渡辺 健治・館山 勝  
 東京大学工学部 正 内村 太郎・龍岡 文夫

1. はじめに： L2 地震動に耐えうる新形式の補強土橋台を開発する目的で、改良型のラチェット機能付プレストレス維持装置（略称：ラチェット装置）<sup>1)</sup>を用いたプレロード・プレレスト（PLPS）ジオテキスタイル補強土橋台の模型振動台実験を行った。今回は特に、ラチェット装置の有効性を検討し、ラチェット装置に必要な機能について考える。

2. 実験方法： 模型（図 1）は相似則を勘案している。下部反力板の上下面および小橋台底面はサンドペーパーを貼り高い摩擦角を確保している。プレロード 40kPa、プレストレス 20kPa を 4 本のタイロッドにより載荷した。また、ラチェット装置を、沈下時のプレストレスの維持と膨張時の拘束を目的として設置した。

ラチェット装置の理想状態（図 3a）では盛土の沈下に対してはバネによってプレストレスの減少を低減し（ - ）、膨張に対してはラチェット機能により変位を拘束し、プレストレスが増加する（ - ）。その後の盛土の収縮では膨張開始時点までプレストレスが急激に低下し（ - ）、その後沈下する（ - ）。 - ではバネの剛性に、 - ではタイロッドの剛性に支配される。これにより、大地震時においても高い耐震性を実現できる。振動実験は神戸海洋気象台 NS 波の主要動を卓越周期が 5Hz になるように時間軸を調整し、最大加速度幅を 100gal づつ増加させた「不規則波加振」

を、100gal から 1000gal まで行った（ステップ加振）。引き続き、正弦波による加振実験を行った<sup>2)</sup>。3. 実験結果および考察： 2 回の実験のうち、1 回目はタイロッド張力測定器が盛土中に埋め込まれていたこと等のため、タイロッドの動きが阻害されラチェット装置が有効に働かず、加振による揺り込み沈下によりプレストレスが低下してしまった。上記問題点を解消した 2 回目の実験では、ラチェット装置が有効に働きプレストレスが初期値を維持した。しかしながら、正弦波 700gal 加振<sup>2)</sup>を除き、小橋台の挙動（図 3）は酷似して変位

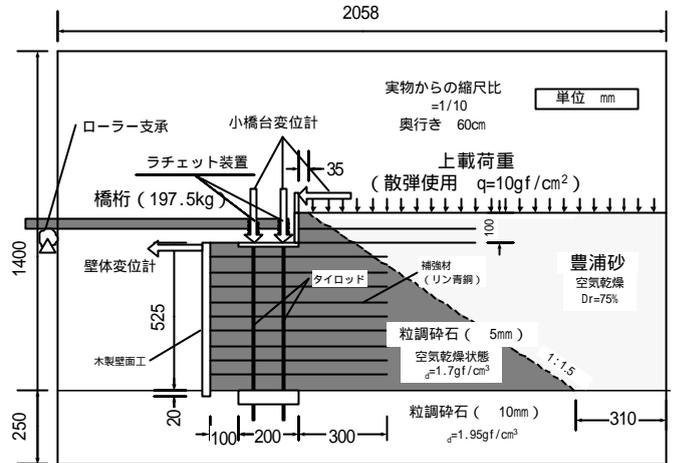


図 1 模型と測定装置の全体図

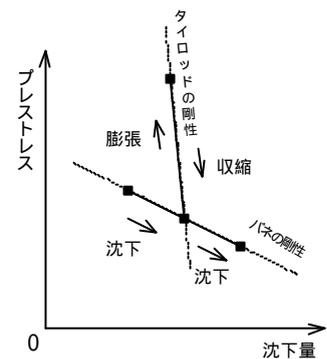


図 2 ラチェット装置の概念

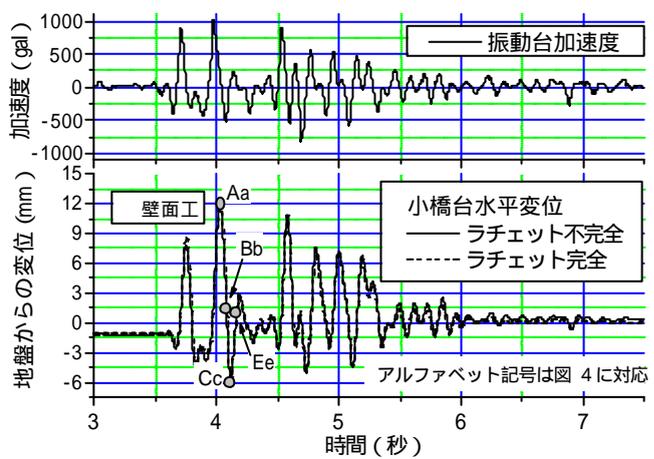


図 3 小橋台の水平変位（不規則波 1000gal）

キーワード：プレロード、プレストレス、ラチェット機能付プレストレス維持装置、不規則波、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)6123, Fax: 03(5841)8504, email: nakarai@geot.t.u-tokyo.ac.jp

は小さく、残留変位量<sup>3)</sup>にも大きな違いが現れず、いずれも非常に高い耐震性を示した。ここで、図3の小橋台変位量は平均値がゼロになるよう補正してある。この点を検討するために、プレストレスが50%程度低下した不規則波1000galの場合において、小橋台沈下量とプレストレスの代表的な関係を示した(図4)。プレストレスの低いところ(A-B, a-b)では違いが見られるものの、盛土の膨張収縮によってプレストレスが大きく増減する時の剛性とプレストレスの振幅(B-C-D, b-c-d)は良く似ている。二つの実験での小橋台の挙動が酷似している(図3)ことから、プレストレスはある程度低下してもゼロにならない

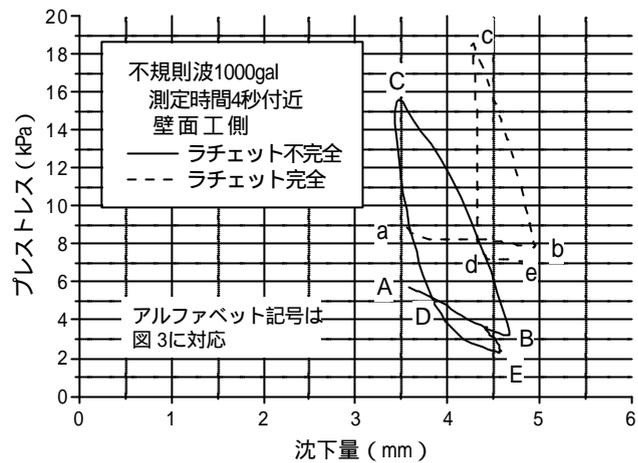


図4 盛土の沈下とプレストレス(実験値)

限り、盛土が膨張するときの挙動がおおよそ同じであれば、全体の挙動には大きな影響を与えないものと思われる。ラチェット装置の機能の不完全さには、沈下への追従が不完全であるために装置が無い状態(図5a)に近づき、パネの剛性が支配している時以上に急激

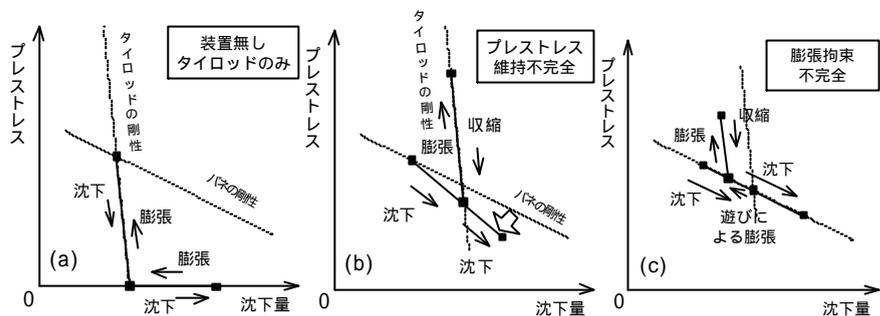


図5 ラチェット装置の機能不十分の概念図

にプレストレスが低下してしまう場合(図5b)と、ラチェットに遊びがあり膨張を瞬時に拘束できない場合(図5c)が考えられる。図4から明らかのように、今回の1回目の実験でのラチェットの不完全さは、プレストレスが十分に維持できなかったことにあり、B点からすぐにプレストレスが増加していることから、膨張時には瞬時に変位を拘束できている。これは、先に述べたプレストレスの低下の原因もタイロッドの動きが阻害されていたことと一致する。このことは、実際の構造物でも、たとえば盛土中に埋め込むタイロッドの周面摩擦などをある程度許容できることになる。これまでは、プレストレスはプレロードの半分程度が最も良いとされてきたが、耐震性の見地からはプレストレスがより低くても盛土膨張の拘束が俊敏であれば問題が無い可能性がある。今後は、プレストレスの低下がどの程度まで許容できるのかについて明らかにする必要がある。これによって、PLPS 構造物の安全率を算定や、より安価な簡易型ラチェット機構によってさらにコストパフォーマンスを向上させることが可能になる。

4.まとめ: プレロード・プレストレス補強土工法におけるラチェット装置は、沈下への追従性能が不完全でプレストレスの低下をある程度許しても、盛土の膨張の拘束が俊敏であれば、橋台の挙動に影響しないことが今回の実験で明らかになった。

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) 夏木敏宏・加藤鉄弘・北野靖行ほか: 補強土構造物の安定性を目的としたラチェット機能つきプレストレス維持装置、ジオシンセティックス論文集第15巻, pp.294-301, 2000 2) 内村太郎・龍岡文夫・半井健一郎ほか: PLPS 補強土橋台の耐震性に対するプレストレス維持の重要性、第56回土木学会年次学術講演会講演概要集, 2001 3) 半井健一郎・篠田昌弘・渡辺健治ほか: プレロード・プレストレス補強土橋台の模型振動実験、第36回地盤工学研究発表会講演概要集, 2001