

泥炭地盤上の盛土の耐震補強法に関する遠心力载荷模型実験

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○梶取真一
 同上 正会員 西本聡, 林宏親, 橋本聖

1. はじめに

北海道で過去に発生したいくつかの大規模地震において、高有機質で極めて圧縮性の高い泥炭地盤上に構築された道路盛土ならびに河川堤防に大きな変状が生じた¹⁾²⁾。既往の研究³⁾⁴⁾により、大規模な盛土被害の要因は、盛土材料の砂質土が泥炭地盤にめり込んだ層（以下、沈下盛土層とする）の圧縮、泥炭層の側方流動、沈下盛土層の過剰間隙水圧の発生によるり尻付近の泥濁化、が複合的に作用したことでであると明らかとなった（写真－1）³⁾。しかし、耐震性の評価手法ならびに合理的な耐震補強法などは、明確にされていない。そこで、泥炭地盤上の既設盛土を意識した合理的な耐震補強法に関する遠心力载荷模型実験を実施した。

2. 遠心力载荷模型実験の概要

2.1 目的

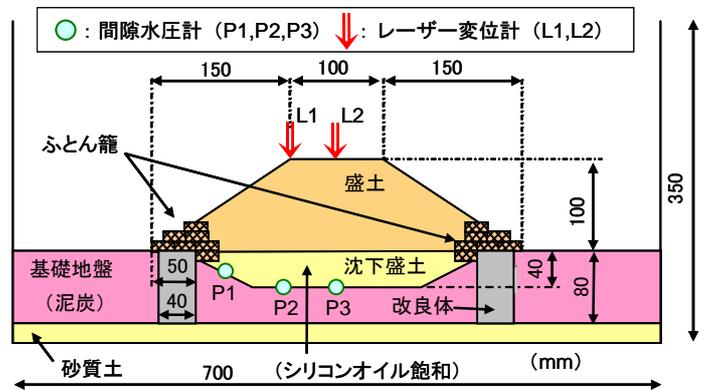
当研究所では、大規模地震を対象として、排水効果や盛土の拘束効果を期待できるふとん籠を既設盛土ののり尻に設置する耐震補強法により、地震時の沈下盛土層の過剰間隙水圧の消散を図り、盛土の沈下量を低減できることを確認した³⁾。しかし、地震直後においても、道路盛土あるいは河川堤防の機能を満足する必要があるため、地震による沈下量の一層の低減が求められる。そこで、泥炭層の側方流動対策を加味して、盛土の沈下量のさらなる低減を試みるため、遠心力载荷模型実験を実施した。



写真－1 泥炭地盤上の盛土の被害の再現

2.2 実験条件

本実験は、50G（G：重力加速度）の遠心加速度場において加振実験を行った。図－1に実験模型と計測センサーの設置箇所（Case3）について示す。表－1に各Caseの液状化対策、表－2に実験条件（盛土の締固め度、盛土高、盛土天端幅、沈下盛土層の層厚、加速度はいずれも実物換算）について示す。



図－1 模型地盤と計測センサーの位置 (Case3)

表－1 各Caseの液状化対策

| | |
|-------|--|
| Case1 | 対策なし |
| Case2 | ふとん籠4段 |
| Case3 | ふとん籠4段+地盤改良(改良体:B/D=0.5, $q_u=200\text{kg/m}^2$) |
| Case4 | ふとん籠4段+地盤改良(改良体:B/D=0.25, $q_u=200\text{kg/m}^2$) |

(B:改良幅 D:改良深 q_u :一軸圧縮強さ)

表－2 実験条件 (全Case同一条件)

泥炭地盤には、市販の園芸用ピートモスとカオリン粘土を乾燥重量比1:1で混合したものを用いた。沈下盛土層は、豊浦砂を空中落下法にて $Dr = 50\%$ になるように作成し、間隙流体の速度に関する動的な相似則を満足させるため、水の50倍の粘性を持つシリコンオイルで飽和した。盛土材料は、豊浦砂とカオリン粘土を乾燥重量比で8:2に混合し、最適含水比に調整した土である。すべての実験Caseに対し、約 250m/s^2 (実物換算 500gal 相当) の入力加速度、周波数 100Hz (同 2Hz) の正弦波を 0.2 秒 (同 10 秒) 与えた。

| | | | | | |
|------|------|-----|-----|---------|--------|
| | 締固め度 | 盛土高 | 天端幅 | 沈下盛土の層厚 | 加速度 |
| 実験条件 | 85% | 5m | 5m | 2m | 500gal |

キーワード：泥炭地盤，地震，液状化，地盤改良，遠心力载荷模型実験

連絡先：(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 Tel: 011-841-1709)

3. 実験結果

Case1 では、盛土天端において 15mm 程度（実物換算 75cm）の沈下が生じており、盛土天端には無数のクラックが生じた（写真-2）。盛土の形状も大きく変状しており、盛土ののり尻付近が盛土外側に大きく流動したために、全体的に盛土が押し潰されたような形状になった。この変状モードは、盛土底部が地震によって液状化し、大きく変状した実際の盛土被害を再現していると考えられる⁴⁾。

図-2 に各 Case の沈下盛土層での過剰間隙水圧比を示す。Case1 は、いずれの箇所も過剰間隙水圧比が 0.4 を超え、せん断強度は低下したが、Case2~4 では過剰間隙水圧比の発生が抑制されており、ふとん籠による排水効果が確認された。しかし、液状化対策の種類（改良体の有無あるいは B/D の値）による過剰間隙水圧比の大きな差異は見られなかった。ただし、のり肩下・盛土中央（P2・P3）に注目すれば、Case3, 4 の過剰間隙水圧比は、Case2 と比較してわずかながらの低減が見られる。

図-3 に各 Case の沈下量を示す。Case2~4 の沈下量は Case1 と比較して、のり肩下・盛土中央で沈下量が低減した。これは、ふとん籠による過剰間隙水圧の消散により、盛土の沈下量が低減したと考えられる。また、改良体の有無で比較を行うと、のり肩の沈下量は、Case2 と比較して、改良体を設置した Case3・4 の方が低減した。これは、側方流動が抑制されたことによって、さらに沈下量が低減したものと考えられる。しかし、Case4 (B/D = 0.25) は、Case3 (B/D = 0.5) と同程度の沈下量の低減が確認できなかった。Case4 は地震動によって改良体が盛土の外側に向かって倒れ込んでいた（写真-3）。つまり、B/D が小さい改良体の場合、側方流動の抑制効果が明確に得られず、せん断抵抗力を発揮できなかったのではないかと考えられる。

4. おわりに

本研究は、泥炭地盤上の既設盛土の耐震補強法に関して、遠心力载荷模型実験を実施した。その結果、ふとん籠と地盤改良を併用した耐震補強法は、泥炭地盤の側方流動対策により、盛土の沈下量を低減できる可能性が十分に考えられる。ただし、本検討は、B/D = 0.5 および 0.25 のみであるため、B/D を 0.5 より大きくした条件下での実験結果等も含めた詳細な検討を行うことにより、より効果的で経済的な耐震補強法に関する検討を行う必要がある。

— 参考文献 —

- 1)北海道開発局開発土木研究所：1993 年釧路沖地震被害調査報告，開発土木研究所報告第 100 号，pp13-32，1993
- 2)佐々木康：液状化により被災した河川堤防の地盤改良を併用した復旧，土木学会論文集 No.686，pp.15-29，2001
- 3)林宏親，西本聡，橋本聖：泥炭地盤上盛土の耐震性に関する遠心模型実験，土木学会平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会（CD-R），2007
- 4)林宏親，西本聡，橋本聖：泥炭地盤における盛土の耐震性に関する検討，寒地土木研究所月報 No.657，pp.15-23，2008

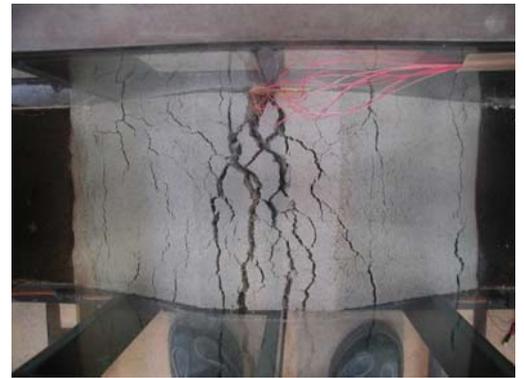


写真-2 加振後の盛土上面からの状況 (Case1 のクラックの様子)

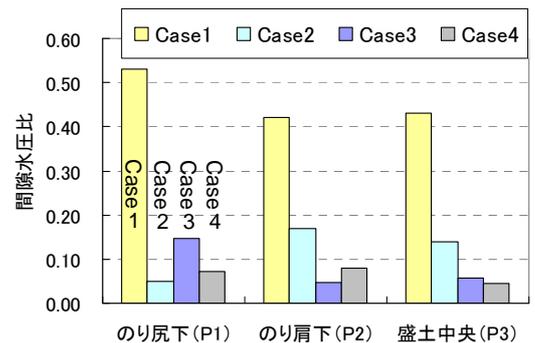


図-2 沈下盛土層の過剰間隙水圧比

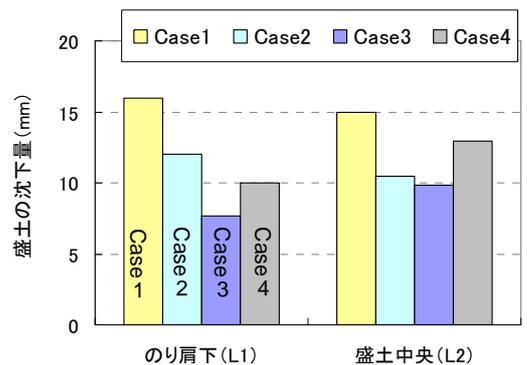


図-3 各 Case の盛土の沈下量

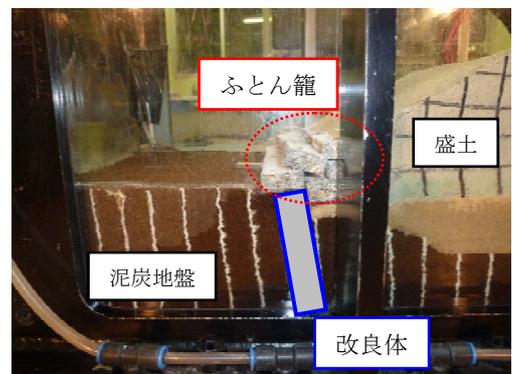


写真-3 Case4 の改良体の倒れ込み