

# 自立性地山における土留め壁の履歴応答特性

(株) テノックス 正会員 木村英樹  
 日本鉄道建設公団 正会員 米澤豊司 青木一二三 北川修三  
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 舘山 勝

はじめに： 本研究は、鉄道構造物の自立性地山を対象とした従来の裏込栗石を用いた切取土留め壁（もたれ式擁壁）において、排水機能の役割を透水マット等で代替させ、かつ強地震時の壁体の倒壊防止のために鉄筋等で地山に引き留めを行う土留め壁構造を開発することを目的とする。このため、現在まで各種の試験や解析等を実施してきた。本報告は、自立性地山の土留め壁を想定した模型振動実験から、特に壁体の作用土圧と補強材張力等の履歴応答特性について考察する。なお、従来土留め壁では適用できない非自立性地山に対する耐震補強土留め壁の履歴応答特性については、文献 1) で報告する。

## 1. 実験概要と検討ケース： 図 1 に実験装置の概要を示す。

強固で自立性のある地山を模擬するために模型地盤と地山は、稲城砂を用いた。砂の固結状態を良好にするために最適含水比になるように含水比を調整し、これを 50mm づつ撒き出し突き固めた。土槽と地山の摩擦軽減と破壊面の二次元性確保のため 981N/m<sup>2</sup> の散弾を上載荷重とした。模型の大きさは実物の 1/10 の縮尺比とした。加振は振動数 5Hz の正弦波を 10 秒間毎に 50gal づつ段階加振し、土留め壁が崩壊した時点で実験を終了した。その他の実験方法および加振初期から崩壊時までの変位や加速度応答変化、破壊形態などの全体的な定性論は文献 2) に詳しい。検討の対象とした土留め壁は、図 2(a) に示す従来工法の「壁体 + 裏込栗石」(ケース 1) と、同図(b)の鉛直ドレーン材と短尺の補強材を壁体の背面に用いた場合を想定した「壁体 + 短補強材」(ケース 2) である。

## 2. 壁体 + 栗石の模型 (ケース 1)： 着目する諸量と符号の定義を

図 3 に示す。図 4, 5 は、土留め壁のそれぞれ加振途中および加振終了付近での土圧係数  $K_e$  と壁体近傍地山内最大応答加速度  $A_{10}$  を 2 回積分して得られた動変位と水平入力加速度  $A_{18}$  の時刻歴である。両図において、加振終了付近では慣性力が受働側（加速度 + 方向）で土圧係数がピークとなるのに対して加振途中では慣性力が受働側、主働側のそれぞれに対してピーク値が出現する。図 6 は、470gal 付近の数サイクル中の入力加速度に対する土圧係数と動員摩擦角の履歴応答を示す。土圧係数は 1.45 ~ 1.65 の間で、動員摩擦角は -85 ~ 55 度の間で変化しており、規則性が見られる。土圧係数の最大値は、慣性力が主働方向に向く場合は 1.5 弱で頭打ちになるが動員摩擦角は -60 ~ 55 度と大きく変化する。一方、受働方向の場合には土圧係数は 1.5 ~ 1.65 の間で加速度に比例して大きくなるが、動員摩擦角は 0 度から急激に変化して -85 度に収束する傾向が見られ、省略したが低い加振段階でも -85 度に収束する傾向は同じである。

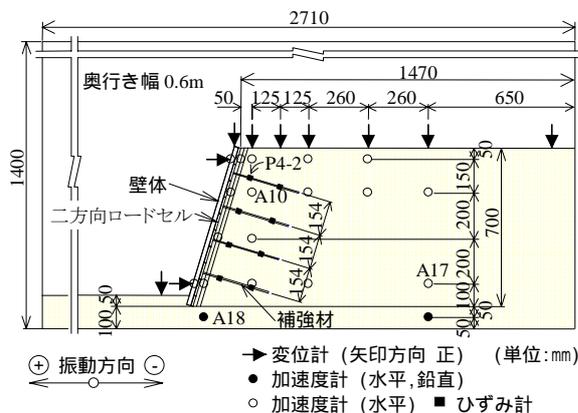


図 1 実験装置の概要



(a) 壁体 + 栗石 (b) 壁体 + 短補強材  
 図 2 検討ケース

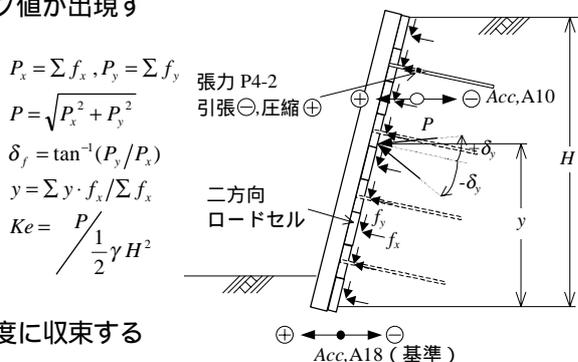


図 3 着目する諸量と符号の意味

キーワード：土留壁，模型振動実験，地震，補強土

連絡先：〒107-8533 東京都港区赤坂 6-13-7 NE 赤坂ビル TEL 03-3582-5168 FAX 03-3582-4714

3. 壁体+短補強材の模型(ケース2): 図7に加振終了付近での土圧係数などの時刻歴波形を示す。入力加速度と動変位の傾向は、ケース1と同様である。張力は正が圧縮、負が引張を示し、慣性力受働方向で圧縮方向(+方向)に主動方向で引張方向に変化しているので整合している。土圧係数は、値はかなり小さいものの慣性力主動域においてピークを示す正の動土圧が生

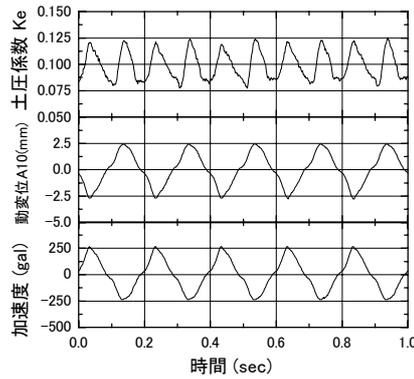


図4 加振途中(260gal); ケース1

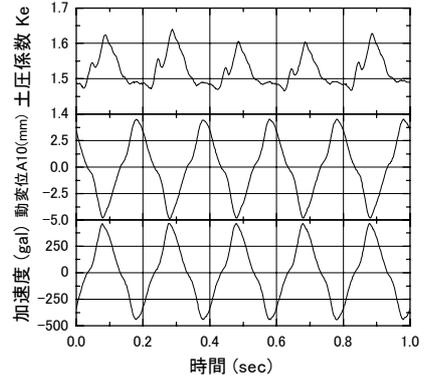


図5 加振終了付近(470gal); ケース1

じており、補強材の影響と思われる。図8は、1035gal 付近の数サイクル中の入力加速度に対する土圧係数、動員摩擦角、張力の履歴応答を示す。土圧係数は、慣性力受働・主動方向ともに0.02~0.08の間で加速度の増加にほぼ比例して大きくなる。さらに慣性力受働側から主動側に向かう方が、主動側から受働側に向かう値より大きい。しかし、この実験ケースの土圧係数は、ケース1に比べてかなり小さい。このことは栗石が無いことによる影響と考えられる。動員摩擦角は0~-40度の間であり、省略したが、壁体天端の累積変位が沈下方向であったが地山天端表面の沈下がほとんど生じていないので、力の作用方向は整合している。張力は、-22~18Nの間において慣性力主動方向で引張方向、受働方向で圧縮方向に概ね比例的に変化しており、補強材が有効に働いていることがわかる。図9は、各段階加振における各種最大あるいは最小応答値と入力加速度の関係を示す。土圧係数と張力においては、550gal 付近までは変動が大きく、その値も大きいものがある。これは壁体~地盤系の固有周期の変化に伴う応答が含まれている可能性がある。しかし、これを過ぎると変動は小さくなり、その値は小さいが徐々に増加し、崩壊時付近になると急激に大きな値を示しており、両者が連動している。

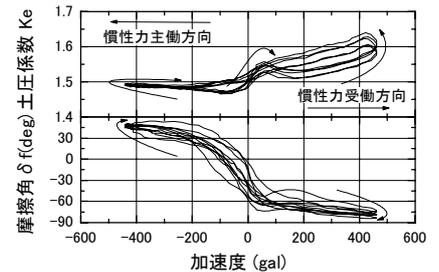


図6 470gal 付近履歴; ケース1

おわりに: 自立性地山において、壁体+栗石の従来土留め壁は、比較的大きな動土圧が発生し、栗石の累積沈降によって転倒型の壁体の残留変形が生じて、耐震性能が低いことが判明した。しかし、栗石を配置せず、かつ短い補強材で地山に引き留めると降伏加速度も大きくなり、残留変形もほとんど無く、高い耐震性能を発揮することが明らかとなった。今後は、さらに詳細な検討を行い、実構造物の設計・施工に反映させていきたい。

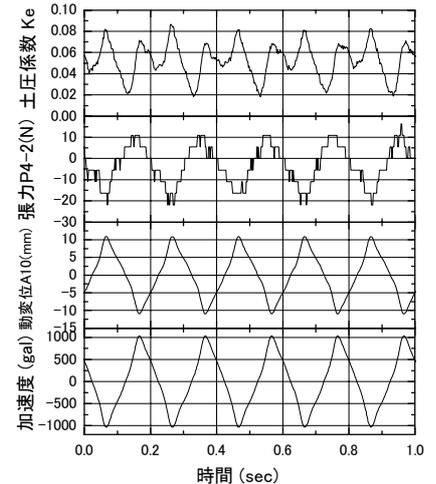


図7 1035gal 付近波形; ケース2

<参考文献>

- 1) 米澤, 青木, 北川, 館山, 木村: 非自立性地山における土留め壁の履歴応答特性, 土木学会第55回年次学術講演会, 2000.
- 2) 木村, 米澤, 北川, 青木, 館山: 自立性地山における土留め壁の模型振動実験, 第33回地盤工学研究発表会 pp.2433-2434, 1998.

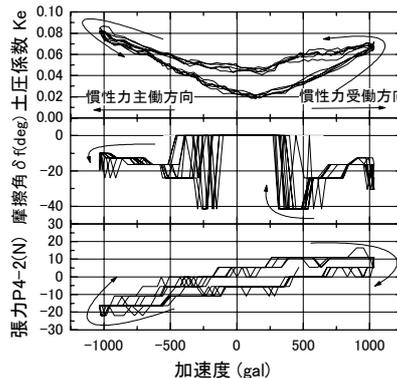


図8 1035gal 付近履歴; ケース2

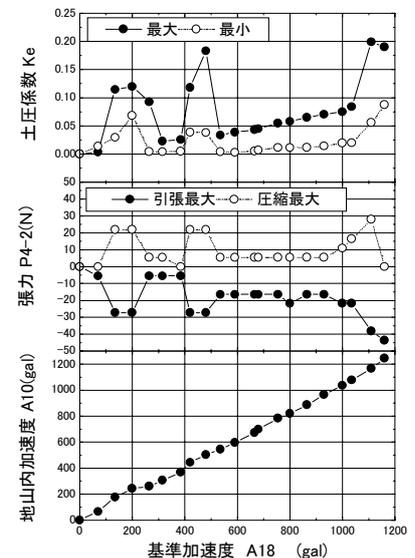


図9 加振段階の応答; ケース2