

Ⅲ - B177 動的荷重を与えた砂地盤中の泥水掘削溝壁の崩壊挙動

日建設計中瀬土質研究所 正 片桐 雅明 斎藤 邦夫
東日本旅客鉄道 正 増田 達 相沢 文也
群馬大学工学部 正 鶴飼 恵三

1. はじめに

連続地中壁を鉄道線路に近接させる場合、列車通過時の振動が掘削溝壁の安定性に大きく影響すると考えられる。我々のグループでは、この種の影響を調べるために、遠心模型実験装置を用い、まず列車振動を静的荷重に置き換えて砂地盤中に構築された溝壁の安定性を検証した¹⁾。さらに今回は溝壁の安定性に及ぼす動的荷重の影響を実験的に評価するため、空気圧を利用した動的載荷装置を開発し、これを用いて2次元状態にある溝壁の崩壊実験を行ったので報告する。

2. 動的載荷システム

開発した動的載荷システムの基本構成を図-1に示す。本装置は、地盤に荷重を加えるエアシリンダーとモーターによって駆動するロータリーバルブからなり、シリンダー下部に一定のバランス圧を加えた状態で、ロータリーバルブと連結するシリンダー上部に変動空圧を供給して、載荷板を振動させる構造となっている。したがって、載荷板を介して地盤に伝えられる振動荷重は、ロータリーバルブの回転速度、供給する空気圧、エアシリンダーとロータリーバルブの大きさから決定される。

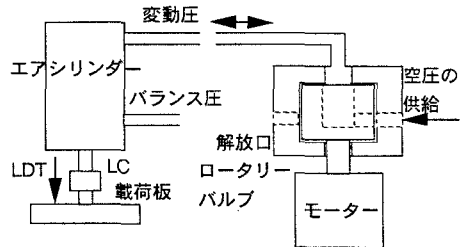


図-1 開発した動的載荷装置

3. 試料と実験方法

実験に用いた試料はいけい砂7号で、その物理的性質は、 $\rho_s = 2.639 \text{ g/cm}^3$, $D_{50} = 0.162 \text{ mm}$, $\rho_{\max} = 1.583 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\min} = 1.201 \text{ g/cm}^3$ であった。

模型の縮尺比は1/60で、地盤は空中落下法で相対密度50%となるように作製した。泥水掘削溝はゴムパックとその中に密度 1.05 g/cm^3 の塩水を満たして再現した。また掘削溝と軌道の位置関係はこれまでの施工実績での最小値とし、列車荷重は単線分を想定した(図-2参照)。また地盤に加える目標の動的荷重としては、荷重振幅 2.5 tf/m^2 に軌道荷重 1.0 tf/m^2 を加え、最大荷重を 3.5 tf/m^2 とした。しかし、60 G場の遠心加速度場で24Hzの回転数(実物換算で0.4Hz)で与えたため、最大荷重はほぼ一致したものの、変動幅は目標のものとは比べてかなり小さなものとなってしまった。

60 G場で砂地盤を飽和させた後、列車振動を加えた状態で溝内の安定液を徐々に低下させ、そのときの地盤の変形状態を計測・観察した。

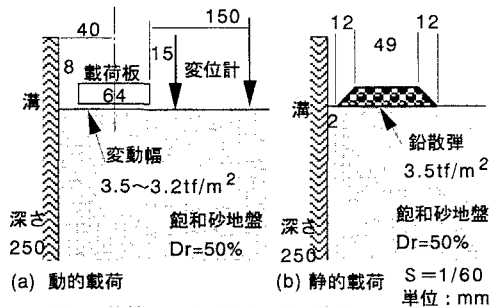


図-2 比較した遠心模型実験の載荷条件

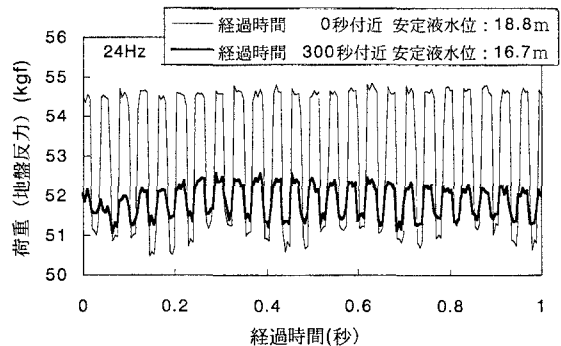


図-3 安定液低下時の動的荷重の経時変化

キーワード 遠心模型実験, 泥水掘削, 振動, 地盤の安定性, 砂地盤

〒211 川崎市幸区南加瀬4-11-1 TEL 044(599)1151 FAX 044(599)9444

4. 溝壁の安定条件

図-3に安定液低下過程での載荷荷重（地盤反力）の変化を示す。安定液が18.8m付近にある場合には、最大荷重は54.5kgf（載荷応力：3.5tf/m²）で、変動荷重は4kgf（応力：0.3tf/m²）であった。安定液が低下して16.7m付近では、最小値はほとんど変化しないものの、最大値は52.5kgf（載荷荷重：3.37tf/m²）に低下した。

図-4に安定液低下過程の各計測値の変化を示す。安定液水位の経時変化(a)図では、水位の低下速度が300秒付近（安定液水位：16.5m付近）で低下し始めていることがわかる。また安定液水位が低下するにつれて、載荷板および載荷板から15mm離れた位置での地盤(b)図にも沈下が及び、安定液水位が16.5mを下回る付近からその変化量が増大する傾向を示す。さらに載荷荷重(c)図はサンプリング時間を1Hzとして計測したため詳細な変化は確認できないが、安定液水位は17mを下回る付近から最大値が低下し始めている。ここでは、地盤の変化量が増大し始めるポイントを降伏点とし、(b)図の載荷板の変位関係を2直線の交点で表し、その交点を降伏点（安定液水位：16.5m）と定義した。この時点で計測された地盤内水位は14.6～15.0mと変動していた。静的荷重を加えた実験での同様の定義による降伏時の安定液と地盤内水位は、それぞれ16.9m、14.9mであり、降伏時の安定液と地盤内水位の差は同程度か静的荷重を加えた方が大きいようである。

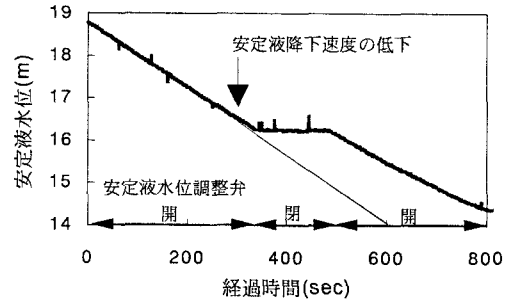
5. 崩壊形状

図-5に実験終了後の地盤内の崩壊状況を示す。荷重なしおよび静的荷重を加えた場合¹⁾では、表層部を除いて崩壊形状はほぼ一致し、溝壁面と20°の角度をなす直線的なすべり形状となった。動的荷重を加えた場合の崩壊土塊は、他のものよりも小さめで、特に掘削溝底から100mmの位置では20mmも溝に近い位置にすべり線が生じていた。

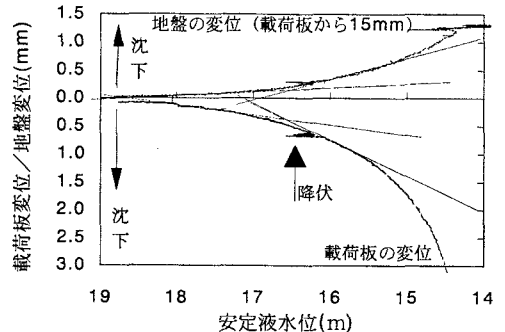
6. まとめ

砂地盤に構築された溝壁の安定性に及ぼす動的荷重の影響を評価するために、動的載荷システムを開発し、実物換算で約0.4Hzの周波数で、荷重振幅約0.3tf/m²の動的荷重下の溝壁の崩壊挙動を調べ、静的荷重を与えた場合と比較した。その動的載荷過程での溝壁の安定条件は、安定液水位と地盤内水位の差で比較すると、動的荷重の最大値を静的荷重として加えた場合と同等もしくは若干安全側の値が得られた。

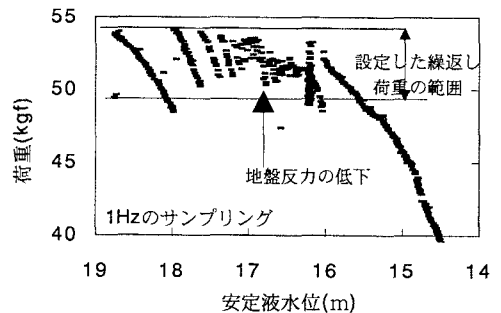
参考文献1)相沢ら(1997)：砂地盤における泥水掘削溝壁の安定性に及ぼす上載荷重の影響，第32回地盤工学研究発表会（投稿中）



(a) 安定液水位の経時変化



(b) 安定液水位と地盤変位/載荷板の関係



(c) 安定液水位と載荷荷重の関係

図-4 安定液低下時の諸量の変化

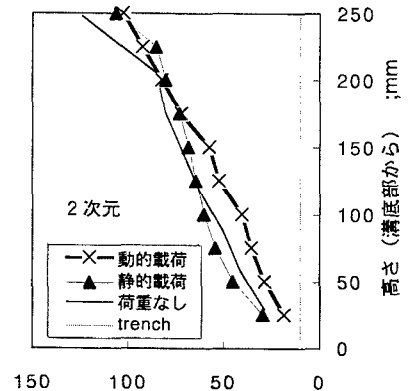


図-5 崩壊形態の比較