

空圧式衝撃载荷試験装置の開発と性能試験

防衛大学校 学生会員 田代 夕貴
 防衛大学校 正会員 篠田 昌弘

1. はじめに

これまで、地盤の応力-ひずみ関係を把握するためには、1mm/min などの遅い载荷速度で供試体を载荷してきた。航空機の離着陸時や高速鉄道の通過時など、実際の地盤では衝撃载荷時における応力-ひずみ関係も重要となる。しかし、高速で载荷する装置が整備されておらず、衝撃载荷時における応力-ひずみ関係は十分には把握されていない。そこで、本研究では、地盤材料の衝撃载荷時の変形強度特性を把握するために、空圧式衝撃载荷試験装置を開発した。さらに、開発した装置を用いて地盤試料を対象に性能試験を実施した。

2. 空圧式衝撃载荷試験装置

図1に空圧式衝撃载荷試験装置を示す。この試験装置は、上部の衝撃载荷装置部分と下部のセル部分に分かれている。

上部の衝撃载荷装置部分は、蓄圧タンクに圧縮空気を蓄圧する構造となっており、空気容量 40L である。蓄圧タンク内には、直径 5 cm、長さ 12 cm の鉄製の飛翔体が充填されており、かぎ爪で固定されている。発射ボタンを押すと、このかぎ爪が動き、蓄圧タンク内の圧縮空気が飛翔体を押し出す仕組みとなっている。

下部のセルは、供試体上部に直径 5cm の载荷ロッドが取り付けられており、この载荷ロッドに飛翔体が衝突することで、地盤供試体（直径 5cm、高さ 10cm）を载荷する。载荷ロッド上部には、発泡スチロール製の緩衝材を設置する。この緩衝材により、飛翔体が载荷ロッドに衝突する際の衝撃波を減衰させることができる。緩衝材を設置せずに衝撃载荷実験を実施すると、衝撃波で地盤供試体が破壊する。本研究では、衝撃波による破壊ではなく、地盤材料の圧縮破壊現象の計測を目的としているため、緩衝材が必須となる。ただし、この緩衝材の形状により

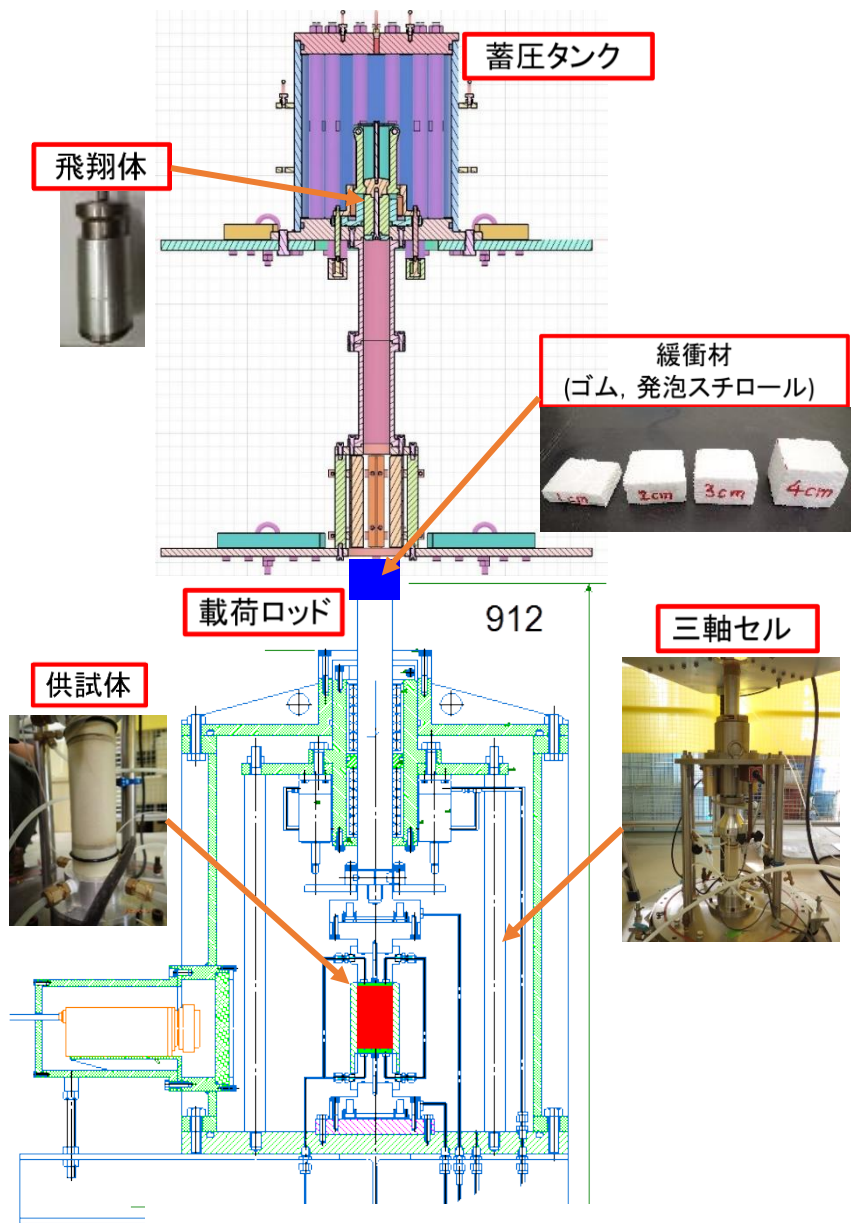


図1 空圧式衝撃载荷試験装置

キーワード 三軸圧縮試験, 高速载荷, 変形強度特性

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL : 046-841-3810(ex.3512) E-mail : shinoda@nda.ac.jp

衝撃波の減衰程度が異なるため、緩衝材の形状を実験的に決定する必要がある。

供試体上部と下部には、キャップとペDESTALが設置してあるが、キャップとペDESTALの内部に ICP 圧力センサが内蔵されており、高サンプリング計測が可能となっている。なお、供試体の変位はレーザー変位計で計測する。

3. 性能試験

新たに空圧式衝撃载荷試験装置を開発したため、载荷速度が不明であった。そのため、衝撃载荷試験装置部分の蓄圧タンク内の空気圧力と载荷速度の関係の把握を目的に、性能試験を実施した。試験条件は、蓄圧タンクの空気圧力を 50 kPa として、発泡スチロール製の緩衝材（高さ 6 cm）を設置して、全く同じ条件の試験を 6 回実施した。用いた地盤材料は、珪砂 6 号 ($G_s = 2.64, e_{max} = 0.924, e_{min} = 0.588$) である。供試体寸法は、直径約 50mm、高さ約 100mm として、供試体作成時の相対密度は約 90% とした。図 2 にキャップとペDESTALに装着した荷重計の時刻歴、図 3 にキャップに設置した 2 個のレーザー変位計の時刻歴を示す。図 2 から、飛翔体が緩衝材に衝突すると、キャップに設置した荷重計（上荷重計）が反応するが、緩衝効果により減衰する。その後、5.98 秒付近で再度荷重が加わり、キャップに設置した荷重計（上荷重計）とペDESTALに設置した荷重計（下荷重計）に反応が見られた。5.98 秒付近では、上荷重計と下荷重計の出力は同値であった。図 3 から、飛翔体が緩衝材に衝突する際には、供試体は非線形に変形するが、その後線形に供試体に変形することが分かった。図 3 の直線部分から線形回帰式を用いて载荷速度を計算した（図 4）。6 回実施した性能試験の载荷速度を図 5 に示す。ばらつきは大きいものの、約 1m/min の载荷速度が得られることが分かった。

4. まとめ

蓄圧タンクから圧縮空気を放出し、飛翔体を発射させる空圧式衝撃载荷試験装置を開発した。性能試験により载荷速度を計測したところ、約 1m/min の载荷速度が得られることが分かった。今後は、緩衝材の材料や形状を変化させて、空圧式衝撃载荷試験装置の性能向上に努める予定である。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 JP20K05057 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

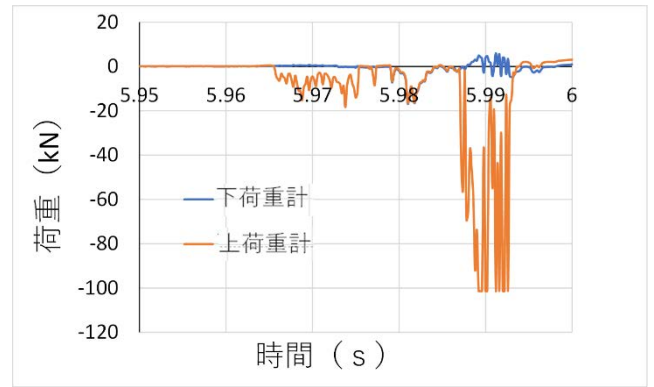


図 2 荷重の時刻歴

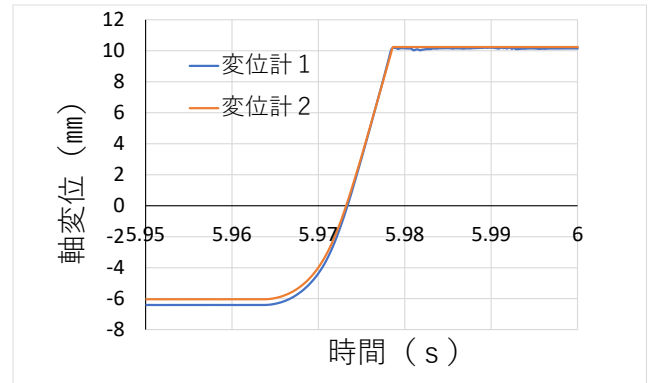


図 3 軸変位の時刻歴

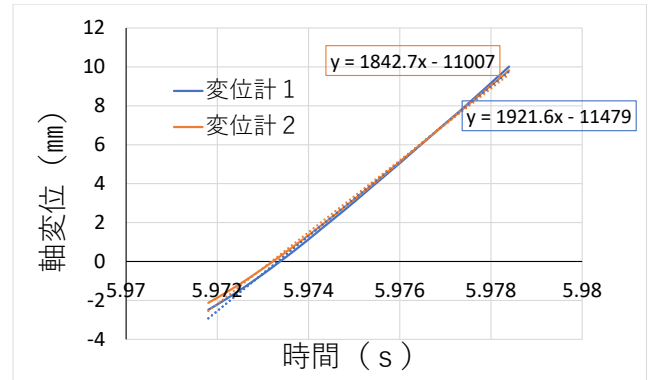


図 4 载荷速度の算定

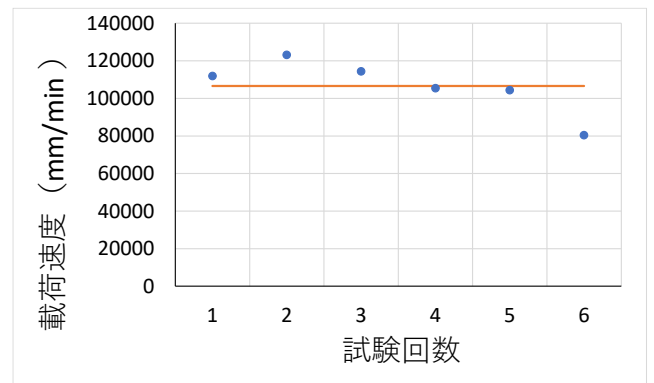


図 5 载荷速度のばらつき