

## I-505

## 高速載荷を受ける砂中埋設鋼管の土圧特性

防衛大学校 (正) 〇森 雅美・(正) 佐藤 志志

## 1. まえがき

落石、航空機の墜落等の偶発的な衝撃的外力を受ける地中構造物の耐衝撃性は未だ十分解明されていない。地中構造物の耐衝撃性について検討するため、先に著者らは<sup>1)</sup>砂中埋設鋼管の高速載荷実験を行い、主に模型管のひずみ応答特性について考察を行った。本報告は、乾燥砂中に埋設された模型管に関して静的および高速載荷実験を行い、模型管周辺の作用土圧に及ぼす載荷速度の影響を検討したものである。

## 2. 模型実験の概要

(1) 地盤材料と模型管 実験には、地盤材料として気乾状態の豊浦標準砂を、地中構造物模型として配管用炭素鋼鋼管(JIS G3542 SGP-90A)の内面、外面を研削加工して作成した外径  $D=100$  mm、管厚  $t=2$  と  $3$  mm ( $D/t=50, 33$ )の2種類の模型管を用いた。基礎砂厚部、模型管埋設部と土かぶり高部の各層毎に突固めを行うとともに模型管を設置し、三層全体の平均乾燥単位体積重量が  $\gamma_d=15.2$  kN/m<sup>3</sup> となるように模型地盤を作成した。なお、土かぶり高  $H$  は、 $H/D=2$  と  $3$  の2種類に調整した。

(2) 実験装置および方法 実験土槽(高さ 80 cm、幅 60 cm、奥行き 20 cm)は図-1に示すように、上載荷重載荷によって土槽が変形しないよう16 mm 鋼板を溶接接合して製作した十分剛な構造としている。荷重は、模型地盤中央に設置した長さ  $B=20$  cm ( $B/D=2$ )の載荷板に一点集中載荷した。静的載荷実験は荷重容量294 kNのサーボアクチュエータを、高速載荷実験は図-1に示す高速変形負荷装置を用いて行った。

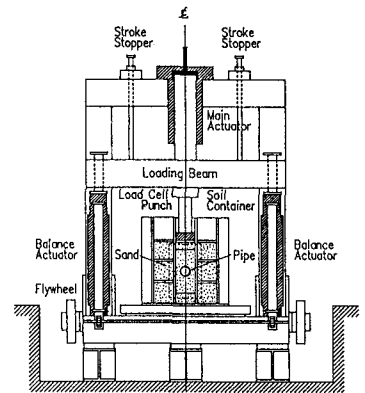


図-1 高速変形負荷装置の概要

(3) 計測項目 荷重は、静的および高速載荷実験ともひずみゲージ式荷重変換器を用いて計測した。変位に関しては、静的載荷実験においてはアクチュエータ内蔵の差動トランス式変位計によりピストンの変位を、また高速載荷実験においては高速変形負荷装置に付属している差動トランス式変位計により載荷ビームの変位を計測した。また、静的および高速載荷実験とも模型管の外表面に管頂より45°間隔に8個のひずみゲージ式小型土圧計(容量: 4.9 MPa)を貼付し、模型管周辺の作用土圧を計測した。

## 3. 実験結果と考察

ここでは、一例として土かぶり比  $H/D=3$ 、径厚比  $D/t=33$  の場合における静的および高速載荷の両実験結果を示す。なお、高速載荷実験においては目標変位量を約110 mm、目標載荷速度を約3 m/secに設定した。

(1) 土圧～変位関係 図-2(a)と(b)は模型管周辺の土圧に及ぼす載荷速度の影響を検討するため、模型管上半部の外表面の各点での作用土圧を載荷板の変位に関して整理したもので、各々静的載荷時と高速載荷時について示している。同様に、図-3(a)と(b)は模型管下半部の各点での作用土圧と載荷板の変位との関係を示したものである。図-2(a)より静的載荷の場合には、各点の作用土圧とも変位  $u=10$  mm 付近までは直線的な増加傾向を示し、それ以降緩やかな増加傾向に転じる。また、作用土圧の大きさは、管頂( $\theta=0^\circ$ )、 $\theta=45^\circ$ 、管側方( $\theta=90^\circ$ )の順になっており、管側方には殆ど土圧が発生していないことが認められる。これは、載荷板の変位の増大に伴う模型管の変形挙動はほぼ剛体的であり、管側方の変形が非常に微小なものであったためと推察される。一方、図-2(b)より、高速載荷時の各点の作用土圧の大きさは全般的に静的載荷時のものの約3～4倍となっている。また、管頂土圧は管側方土圧の約3倍、管側方土圧は  $\theta=45^\circ$  のものとはほぼ同程度の大きさとなっており、静的載荷時との挙動の相違が明瞭に認められる。これは、高速載荷の

場合の管頂土圧は静的載荷の場合より約3倍大きい。また、模型管の側方の変形も大きくなり、それに伴って管側方に静的載荷の場合より大きな受働土圧が発生することによるものと考えられる。

図-3(a)より静的載荷の場合には、管下半部においても管上半部とほぼ同様の傾向を示し、管底( $\theta=180^\circ$ )の作用土圧は $\theta=135^\circ$ のものの約2倍となっている。一方、図-3(b)より高速載荷時には静的載荷時に比し、管底、 $\theta=135^\circ$ の土圧は約2倍となっている。また、管底土圧は $\theta=135^\circ$ のものの約2.5倍、管側方土圧は $\theta=135^\circ$ のものとほぼ同程度の大きさとなっており、管上半部の場合と同様に載荷速度の影響が明瞭に認められる。

(2) 土圧分布 図-4(a)と(b)は $u/D$ をパラメータとして各々静的載荷時と高速載荷時における模型管周辺の土圧分布を示したものである。図-4(a)より静的載荷時には、管頂と管底に土圧が集中し、管側方には土圧が殆ど発生しない分布形状となる。一方、図-4(b)より高速載荷時には、(1)で述べたように作用土圧の大きさは全般的に静的載荷時のものの約3~4倍となっている。また、静的載荷時の場合と同様に管頂と管底に土圧が集中するが、静的載荷時とは異なり管側方にも管頂土圧の約1/3の土圧が発生する分布形状となり、土圧分布形状に及ぼす載荷速度の影響が明瞭に認められる。

#### 4. あとがき

本研究は、砂中埋設鋼管周辺の作用土圧に及ぼす載荷速度の影響を実験的に検討したものである。その結果、高速載荷時の作用土圧は静的載荷時のものの約3倍となること、また土圧分布形状に及ぼす載荷速度の影響が明瞭に認められる等の耐衝撃設計上の有用な知見を得た。最後に、静的載荷実験には防衛大学校土木工学教室のサーボアクチュエータを、高速載荷実験には防衛大学校動力学実験室の高速変形負荷装置を使用し、実験に際しては元防衛大学校本科学学生新庄基之君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

(参考文献) 1) 森・佐藤：土木学会第45回年次学術講演会講演概要集、III-295, pp.626-627, 1990。

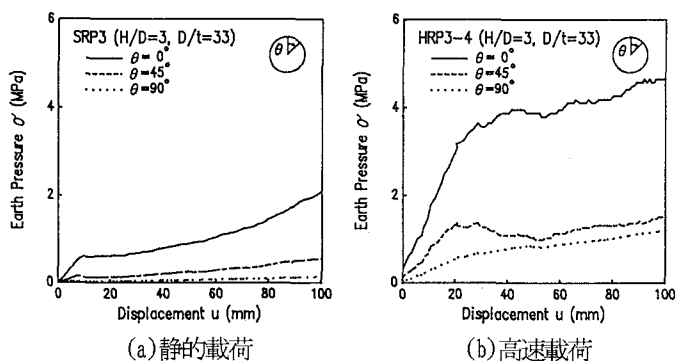


図-2 土圧～変位関係（模型管上半部）

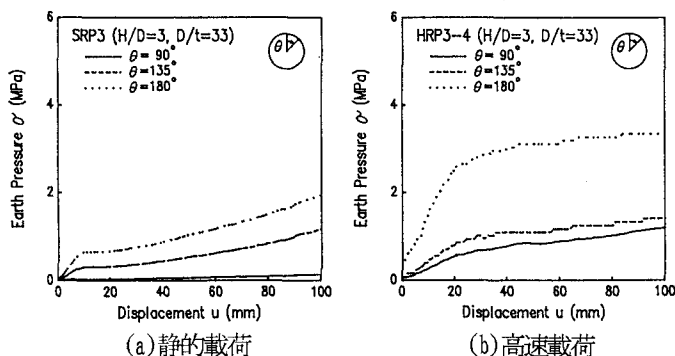
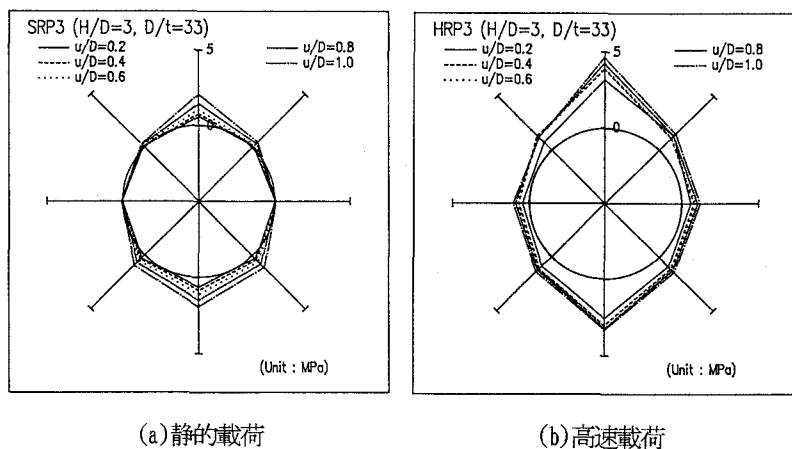


図-3 土圧～変位関係（模型管下半部）



(a) 静的載荷

(b) 高速載荷

図-4 土圧分布