

バラストおよび充填材を用いた乗降場基礎構造の開発

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○小西 陽太
正会員 加藤 精亮
正会員 堀 利明

1. 開発の背景と目的

乗降場箇所における軌道の扛上・移設工事においては、在来バラストや新たなバラスト上に乗降場の基礎を構築する必要が生じ得る。しかしながら一般的な杭基礎では、ライナーの設置を要する等工期的に不利になるほか、地中支障物に当たるリスクも想定される。そこで本開発では、セメント系の充填材を用いてバラストを固結して構築する直接基礎構造の開発を試みた。実際の施工を想定し、軌道移設直後の新設バラストと充填材で補強したバラストに対して、実大規模の載荷試験を実施し支持性能の確認を行った。

2. 充填材を用いたバラスト補強と想定する施工の流れ

充填材を用いたバラスト補強の概略図を図1に示す。バラスト内に不織布を敷設し、その上部の間隙中にセメント系充填材を充填し固結することで、強度増加を期待する。以降、これを固結バラストと呼ぶ。本手法はTC型省力化軌道の構築¹⁾と同様である。充填材は材齢28日で15 N/mm²の圧縮強度を発現する特長を持つ。

固結バラストを用いた場合の、軌道移設に伴う仮乗降場設置時から本設化に至るまでの施工概略図を図2に示す。切換直後には図2中STEP-1に示すように、バラスト上に仮設乗降場基礎底面が載る形式である。その後充填材の充填により固結バラストを施工し(STEP-2)、STEP-3に示すように固結バラスト上にコンクリート基礎を構築し、乗降場を本設化する。

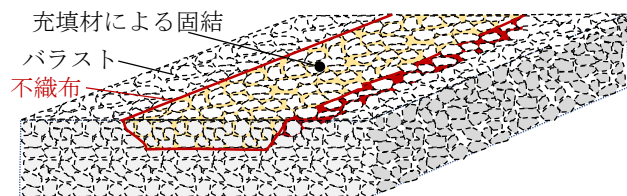


図1 充填材を用いたバラストの固結の概念図

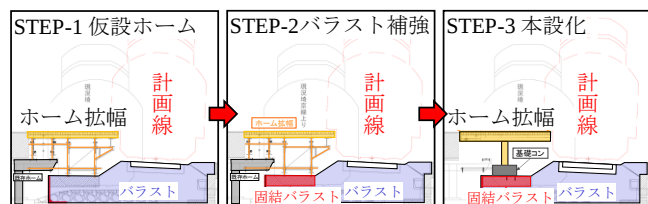


図2 軌道の扛上および移設とホーム拡幅の流れ

3. 実大規模載荷試験の実施

3.1. 試験ケースの設定

実施した試験ケースを表1に示す。本検討では図2のSTEP-1~3における荷重および支持地盤条件を想定しCase-1~3の3ケース実施した。仮設乗降場を模擬したCase-1, 2では、基礎の底面部材が鋼板(B0.3m×L1.5m×2列)である場合とRC板(B0.4m×L1.5m×2列)である場合の2種類模擬した。またCase-3は本設後のコンクリート基礎(B0.5m×L1.0m)を模擬した。荷重条件は仮設・本設時それぞれの死荷重と群衆荷重を想定している。

表1 実大規模載荷試験の試験ケース

Case	支持地盤	基礎材質	想定荷重	最大鉛直荷重 [kN] (応力換算[kN/m ²])
1-1	バラスト	鋼材	仮設時	68.0 (75.6)
1-2		RC板		68.0 (56.7)
2-1	固結バラスト	鋼材	仮設時	68.0 (75.6)
2-2		RC板		68.0 (56.7)
3	固結バラスト	RC基礎	本設時	150 (300)

3.2. 試験体作製手順および試験手順

図3に、各試験ケース実施時の試験体と基礎構造の概略図を示す。試験体型枠の側面にはL型擁壁を設置し、線路方向は山留めH鋼により拘束する。寸法は、線路直角方向3,000mm、線路方向4,000mm、高さ1,000mmである。以下に試験体の作製および載荷試験の手順を示す。

- (1) 高さ800mmまで転圧を行いながら下バラストを投入し敷均し、不織布を敷設したのち、その上にバラストを厚さ200mmで敷均し、転圧を行う。
- (2) 表1に示した2種類の基礎下端材質に対し、段階的に鉛直載荷し沈下量を測定する。(Case-1の実施)
- (3) 水との比率は1:0.5とし、充填材を充填する。必要により減水剤と遅延材を添加する。(固結バラストの施工)
- (4) Case-1と同様に鉛直載荷試験を実施(Case-2を実施)したのち、固結バラスト天端面を平滑に仕上げ本設ホームの基礎コンクリートを設置する。
- (5) 鉛直載荷試験を実施する。(Case-3の実施)

キーワード 直接基礎 鉄道工事 充填材料 実物大載荷試験

連絡先:〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 TEL:03-3379-4353 E-mail: konishi1@jreast.co.jp

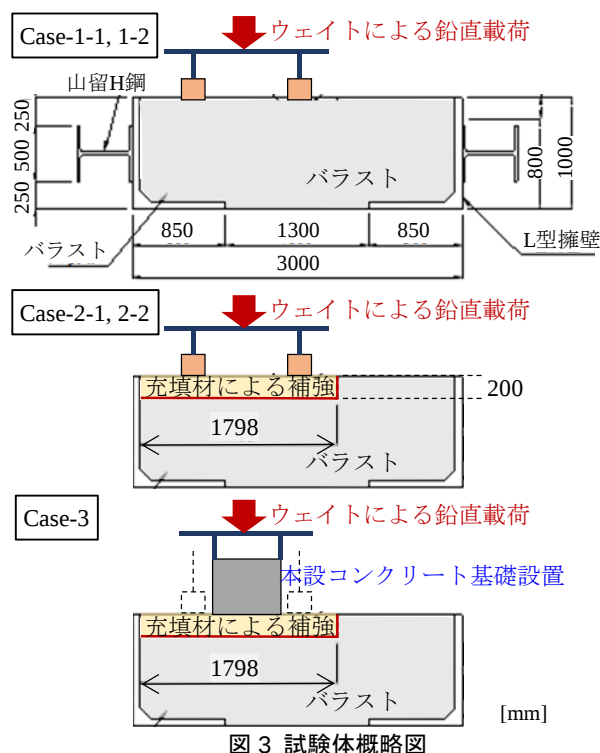


図3 試験体概略図

3.3. 試験結果および考察

図4にCase-1-1, 1-2とCase-2-1の鉛直载荷応力～沈下量関係を示す。なお、Case-2-2に関しては、試験中の計測機落下のためデータを得ることができなかった。今回の载荷荷重範囲ではいずれのケースも荷重と沈下量は線形的な関係を示した。ここで、その勾配を便宜的に地盤反力係数 k [MN/m^3] とするとCase-2-1では $k=160$ と、Case-1-1, 1-2の $k=38, 35$ と比較して大きく、固結パラストにおける顕著な強度増加が見てとれる。またCase-1-1, 1-2の地盤反力係数 k は概ね等しく、基礎下端材料の差異は変形特性に大きく影響しないことがわかる。Case-1-1, 1-2における仮設ホーム荷重相当の応力に対する変位はそれぞれ2.2mm, 1.8mmとホームの管理基準値である20mm以内に収まっていることから、固化していないパラストでも使用上の支障はないと言える。一方、固結パラストを用いたCase-2-1では、沈下量0.4mmと補強をしない場合の20%程度の変位量となっており充填材により仮設乗降場基礎の変位が抑制されていると言える。

図5はCase-3での鉛直载荷応力～沈下量関係を示す。Case-1-1, 1-2および2-1と同様に線形的な挙動を示しており、 $k=180$ とCase-2-1と概ね等しい。これより、今回程度の基礎下端の材質および寸法の差異は、固結パラストの変形特性には大きく影響しないと言える。本設ホーム設置時の荷重に相当する $200\text{kN}/\text{m}^2$ の沈下量

は1.0mmとホームの管理基準値である20mmと比較して十分に小さく、固結パラストが本設ホーム荷重を支持するだけの支持性能を有していることがわかる。Case-1-1, 1-2の線形関係を仮定し、図4の結果を用いて $200\text{kN}/\text{m}^2$ 载荷時の沈下量を推定すると6.0mm程度と推測され、こちらも管理基準値を大きく上回ることはないと推定される。これより新設パラスト自体が支持性能を有すると推定されるが、長期的な変形特性の把握については課題が残る。

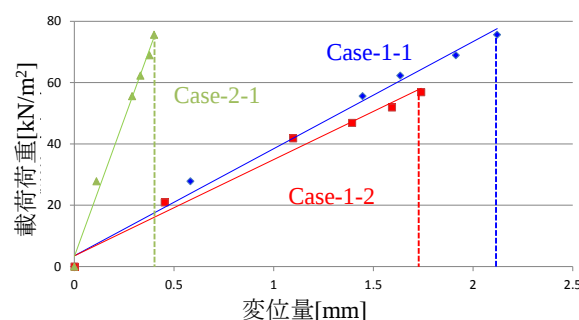


図4 鉛直载荷応力～変位量関係(Case-1, 2)

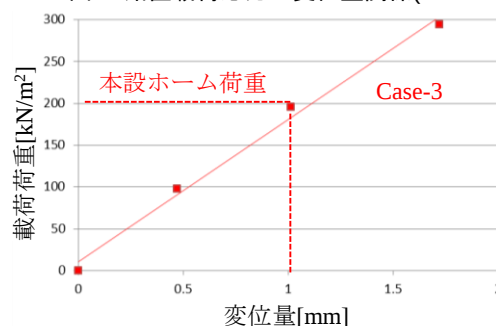


図5 鉛直载荷応力～変位量関係(Case-3)

4. 結論

本開発では、充填材により固結したパラストを用いた乗降場の基礎構造形式に関して実大規模载荷試験の実施により検討し、以下の結果を得た。

- 充填材による補強により地盤反力係数は4倍程度大きくなり、ホーム荷重による変位は抑制される。
- 固結パラストでは、本設ホーム設置時の沈下量も管理基準値を大きく下回り、支持地盤としての役割が期待できる。

今回開発した固結パラストを用いた支持構造を用いることで、新規パラスト投入による軌道の扛上・移設工事において、仮設時から本設化まで利用可能なホーム基礎の構築を効率的に行うことが期待できる。

参考文献

- 1) 塙, TC型省力化軌道の本格施工, *JREA*, 42(7), pp.52-57, 2005.