

プレパックドコンクリート道床の若材齢時の強度特性

鉄建建設 正会員 ○川又篤 松岡茂

鉄道総合技術研究所 正会員 高橋貴蔵, 伊藤孝記, 関根悦夫, 洲上翔太

1. 目的

鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物¹⁾に則った路盤上のバラスト軌道は通常軌道保守が少ないが、中には軌道保守の困難な箇所が存在する。そこで、軌道保守困難な箇所のバラスト軌道の保守低減を目的として、バラスト軌道の道床部にセメント系グラウト材をてん充したプレパックドコンクリートによりバラストレス化を図った構造の検討を進めている。本研究では、若材齢時のプレパックドコンクリートの強度特性を確認するため、圧縮強度試験および実物大模型軌道に対する繰返し載荷試験を行った。

2. 若材齢時の圧縮強度試験

2. 1 供試体作製

圧縮強度試験に用いた材料を表-1 に示す。本研究におけるプレパックドコンクリート道床の最小道床厚さはまくらぎ下で 300mm であり、最大粒径 63mm のバラストはプレパックドコンクリートの骨材としては比較的大きいため、図-1 に示す最大粒径 37.5mm の砕石を用いた。試験に用いた砕石の最大乾燥密度 (JIS A 1210) は 1.70g/cm³で、砕石表面の微粒分量 (JIS A 1103) は 0.90%であった。グラウトの配合を表-2 に示す。グラウトには速効性無収縮プレミックス材を用い、グラウト 25kg に対する水量を 5.8kg とした。また、グラウトには養生温度 20℃ で可使時間が 40 分程度になるように凝結調節剤を 20.0g 添加した。

圧縮強度試験には、骨材寸法を考慮して φ150×300mm の円柱供試体を用いた。モールド内に 3 層に分けて砕石を投入し、現場を想定して 95% の締固め密度になるように締め固めた。グラウトのてん充はモールドの上部から自然流下によって行った。材料は供試体を作製する前日から恒温室に置き、供試体の作製および養生も恒温室で行った。恒温室の温度は 5℃ および 20℃ の 2 種類とした。なお、供試体には未洗浄の砕石をそのまま使用した。

2. 2 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108 を参考にして行った。試験材齢は、グラウトの練上り後 1 時間、2 時間および 3 時間とした。

プレパックドコンクリートの材齢と圧縮強度の関係を図-2 に示す。なお、図-2 には比較用としてグラウトの圧縮強度も示してある。試験の結果、養生温度が低いと圧縮強度の発現が遅くなることがわかった。特に、養生温度 5℃ では材齢 1 時間で強度試験を行うことができない状態であった。したがって、可使時間を 40 分とする配合のグラウトを用いる場合、気温が 5℃ 以上において初列車を通過させるためには 2 時間程度の材齢が必要と考えられ

表-1 使用材料

項目	物性他
グラウト	速硬性無収縮グラウト材 デンカハイブ レタスコン TYPE-1S (電気化学工業製)
凝結調節剤	デンカセッター D-500 (電気化学工業製)
水	地下水
砕石	最大粒径 37.5mm, 表乾密度 2.72g/cm ³ , 吸水率 0.39%, 微粒分量 0.90% (埼玉県秩父郡産)

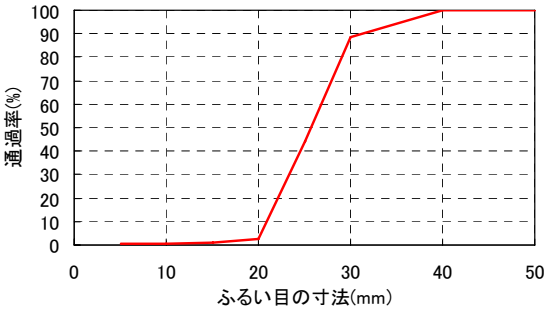


図-1 試験に用いた砕石の粒度分布

表-2 グラウトの配合

試験方法	グラウト 1 袋当り		
	グラウト (kg)	凝結調節剤 (g)	水 (kg)
圧縮強度	25	20.0	5.8
模型載荷		12.5	6.0

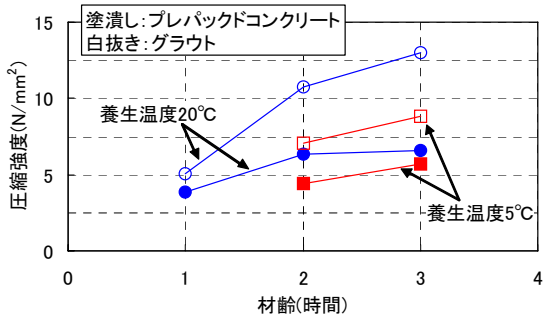


図-2 若材齢時の圧縮強度

キーワード 軌道, プレパックドコンクリート, 実物大, 若材齢, 圧縮強度, 繰返し載荷試験

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設 (株) TEL 0476-36-2355

る。なお、プレパックドコンクリートとグラウトの圧縮強度と比較すると、プレパックドコンクリートの方が小さかった。これは、碎石に付着している微粒分が影響しているためと考えられる。

圧縮強度試験では、後述する実物大軌道模型のプレパックドコンクリート道床の圧縮強度を積算温度から推定するため、圧縮強度試験と同寸法の供試体中心の温度も測定した。圧縮強度と積算温度の関係を図-3に示す。両者は比例関係にあり、積算温度から圧縮強度を推定することが可能であると考えられる。

3. 実物大軌道模型に対する繰返し載荷試験

3. 1 実物大軌道模型の構築

実物大軌道模型に用いた材料は2. 1で用いたものと同様である(表-1参照)。ただし、表-2に示したように、グラウトの流動性を揃えるため水量を6.0kgとし、施工時の気温5℃程度に対する可使時間を40分程度とするため凝結調整剤を12.5gとした。

実物大軌道模型の寸法を図-4に示す。実物大軌道模型はまくらぎ1本分とし、碎石路盤上に作製した。碎石の締固めは95%の締固め密度になるように2層に分けて行い、実物大軌道模型の端部から一方向でグラウトをてん充した。なお、試験開始時のプレパックドコンクリート道床の圧縮強度を積算温度から推定するため、図-4に示す位置に熱電対を設置した。

3. 2 繰返し載荷試験

実物大軌道模型に対する繰返し載荷試験は、グラウトのてん充が完了してから2時間後に開始した。繰返し載荷では、載荷荷重を5～135kN、載荷回数を3万回、載荷周波数を11Hzとした。まくらぎ、道床および路盤の鉛直変位の測定位置を図-4に示す。なお、道床内部の熱電対によって測定された温度履歴を用いて推定した載荷開始時のプレパックドコンクリートの圧縮強度は5.1N/mm²であった(図-3参照)。

載荷中のまくらぎ、道床および路盤の最大および最小変位の平均値と載荷回数の関係を図-5および図-6に示す。若材齢における30万回の繰返し載荷において、まくらぎ、道床および路盤の最大変位は、それぞれ-0.66mm、-0.62mmおよび-0.09mmであり、各部の変位の進展は繰返し回数の増加に伴い緩やかになった。また、図-6よりまくらぎ、道床および路盤の残留変位(最小変位)は、それぞれ-0.48mm、-0.45mmおよび-0.04mmであり、十分小さいことが確認された。

4. まとめ

本試験に用いたプレパックドコンクリートで道床をバラストレス化する場合、養生温度が5℃程度でも施工後2時間でプレパックドコンクリートの圧縮強度は5N/mm²程度となり、列車荷重が繰返し載荷されてもプレパックドコンクリートに損傷が蓄積されないことがわかった。また、若材齢時の残留変位が小さく、本手法によってバラストレス化が可能であることがわかった。今後、具体的な設計法、施行法の検討を進める予定である。ここで、本研究を進めるにあたり御協力いただいた東日本旅客鉄道(株)に感謝の意を表す。

参考文献：1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説土構造物，丸善，pp.198-228，2007。

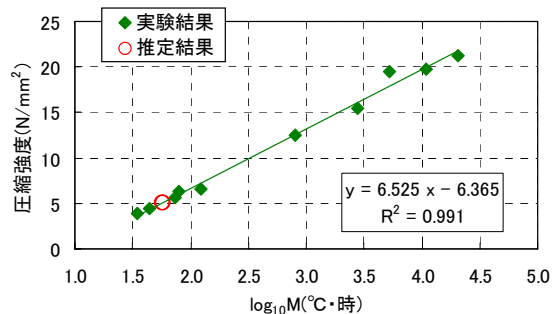


図-3 圧縮強度と積算温度の関係

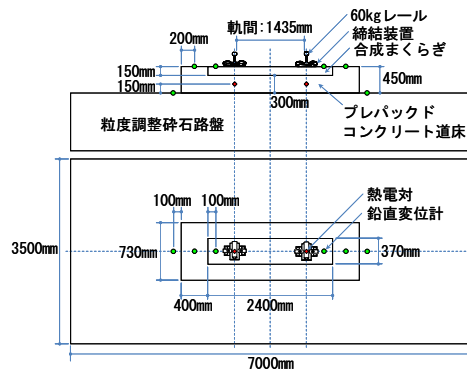


図-4 実物大軌道模型概略図

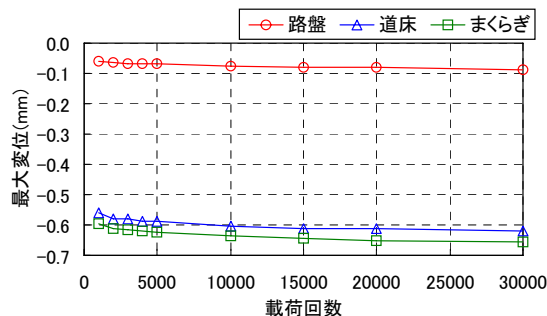


図-5 最大変位と載荷回数の関係

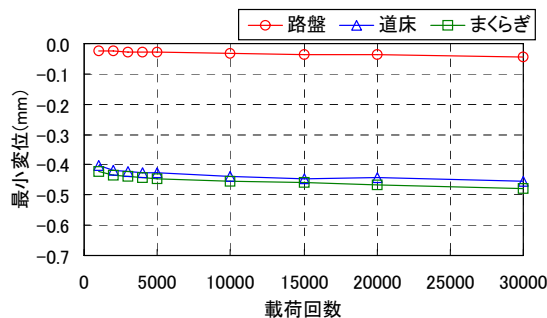


図-6 残留変位(最小変位)と載荷回数の関係