

若材齢時におけるセメントアスファルトモルタル系補修材の動的荷重下の力学特性

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 谷川 光 高橋貴蔵
同上 桃谷尚嗣 瀧上翔太

1. はじめに

スラブ軌道はPRCまたはRC製の軌道スラブをセメントやアスファルト乳剤等からなるセメントアスファルトモルタル（以下、CAモルタルとする）で支持する軌道である（図1）。凍害等によりCAモルタル外周部から劣化が生じた箇所については、劣化部をはつとりCAモルタル系や樹脂系の補修材を充填する断面修復を行っている。

補修作業の間合いの関係から補修材の養生時間が制限されるため、補修材の材齢を考慮して断面修復を行う必要がある。しかし若材齢時に着目した補修材の力学特性に関する検討は十分に行われていない現状にある。そこで、本研究ではCAモルタル系補修材を対象として、若材齢からの繰返し载荷試験を行い、動的荷重下の力学特性について検討を行った。

2. 载荷試験の概要

試験に用いたCAモルタル系補修材の使用材料及び配合を表1に示す。供試体はφ50×100mmの円柱供試体とし、作製、養生及び载荷試験は恒温恒湿室（温度20℃、湿度60%）内で行った。円柱供試体は硬化開始直後（材齢15分程度）に型枠を外し、円柱供試体の高さの中央で互いに表裏となる位置に2枚のひずみゲージ（東京測器製GFLA-6-70）を高さ方向に貼付けた。なお、後述するひずみは2枚のひずみゲージの平均値である。

载荷試験は、若材齢時の動的荷重下の力学特性について検討するため、材齢0.5hから繰返し载荷試験を行った。繰返し载荷試験は、载荷周波数10Hz、繰返し回数600回のSIN波とし、材齢0.5hから1時間間隔で計8セット実施した。繰返し回数は在来線の1時間当たりの通過軸数（10両編成15本分）を想定して設定した。最小荷重は試験装置の制御可能な最小荷重である50Nとし、最大荷重は列車荷重相当の荷重によってCAモルタル系補修材に生じる応力¹⁾を参考に450Nとした。試験時には荷重とひずみを測定した。

また繰返し载荷の有無がその後の圧縮強度に与える影響を得るため、繰返し载荷の有無をパラメータとして圧縮強度試験を行った（表2）。圧縮強度試験は材齢28日で行い、载荷速度を0.5mm/minとする変位制御で载荷した。

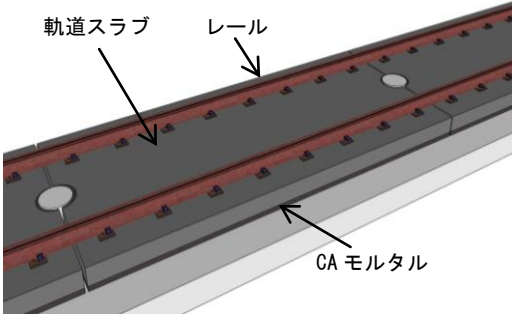


図1 スラブ軌道の構成

表1 CAモルタル系補修材の配合比

	急硬性結合材			ポリマー入りアスファルト乳剤	添加水
	急硬性セメント	細骨材	ゴム粉末		
配合比	1.0	2.0	0.05*	1.0	0.2以下*
比重	3.06	2.63	---	1.02	1.00

*：急硬性セメントに対して

表2 試験ケース

供試体の名称	繰返し载荷試験の有無	圧縮強度試験材齢	供試体数
①-1, -2, -3	有	28日	計3体
②-1, -2, -3	無	28日	計3体

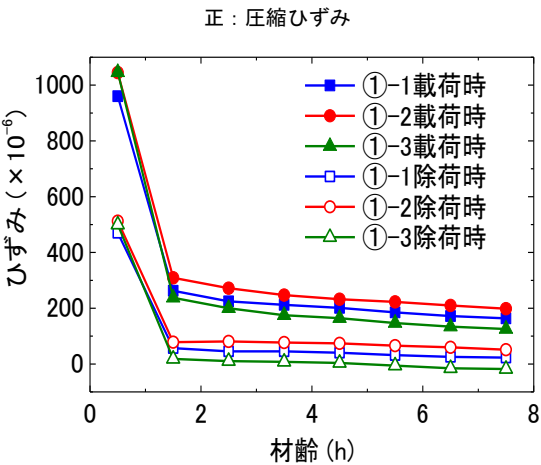


図2 ひずみと材齢の関係

3. 若材齢時の動的荷重下の力学特性

各セットの繰返し載荷試験の 600 回目のひずみ（載荷時，除荷時）と材齢の関係を図 2 に示す．ひずみは 1 セット目の開始直前の値を 0 としており，以降初期値の調整は行っていない．図 2 より，1 セット目（材齢 0.5h）の最大ひずみは 1000×10^{-6} 程度となり，2 セット目（材齢 1.5h）以降は 300×10^{-6} 程度に減少し，材齢の経過により徐々に減少していった．この要因としてはセメントの水和反応が進行していったことが挙げられる．最小ひずみについても同様に，1 セット目は 500×10^{-6} 程度であったが，徐々に減少していった．ひずみが回復した理由としては CA モルタル系補修材に含まれる膨張性混和剤の反応やアスファルト混合物の疲労ダメージの回復，セメントの水和反応の進行が影響しているものと考えられる．

次に供試体①-1 における各セットの繰返し載荷試験の 600 回目の応力-ひずみ関係を図 3 に示す．1 セット目のヒステリシスループは 2 セット目以降と比較してひずみの絶対値及び振幅が大きいことがわかる．2 セット目以降では，時間の経過とともにひずみの絶対値及び振幅が小さく弾性的な挙動を示した．他の供試体（①-2，①-3）も同様の結果となった．各セットの繰返し載荷試験の 600 回目の応力とひずみの振幅から算出した複素弾性率は，材齢 0.5h から 1.5h にかけて 2 倍程度となり，その後も増加していった（図 4）．

4. 若材齢からの繰返し載荷が圧縮強度に与える影響

繰返し載荷の有無をパラメータとした圧縮強度試験の結果を図 5 に示す．両ケースにおいて圧縮強度は同程度で CA モルタルの設計強度の 1.8 N/mm^2 を満足した．繰返し載荷の履歴を受けた供試体では破壊時のひずみが小さくなった．また CA モルタルの設計時の割線弾性係数算定のための応力範囲 $0 \sim 0.1 \text{ N/mm}^2$ の割線弾性係数は，繰返し載荷の履歴を受けた供試体で 1.7 倍となった（表 3）．弾性率が小さい状態（材齢 0.5h）において最大 1000×10^{-6} 程度の荷重履歴を受けたことが影響したと考えられる．若材齢からの繰返し載荷の影響は，コンクリートにおいても圧縮強度の増加として見られ，繰返し載荷による細孔構造の変化が要因の一つとして挙げられている²⁾．補修材の繰返し載荷を受け始める材齢を考慮した補修方法を提案するため，今後も若材齢時の力学特性について検討を進める予定である．

参考文献

- 1)高橋貴蔵 他：劣化範囲が異なるスラブ軌道てん充層の補修効果，土木学会第 69 回年次学術講演会，V-614，pp.1227-1228，2014
2)河野伊知郎 他：超速硬コンクリートの若材齢における圧縮疲労強度特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.18，No.1，pp.321-326，1996

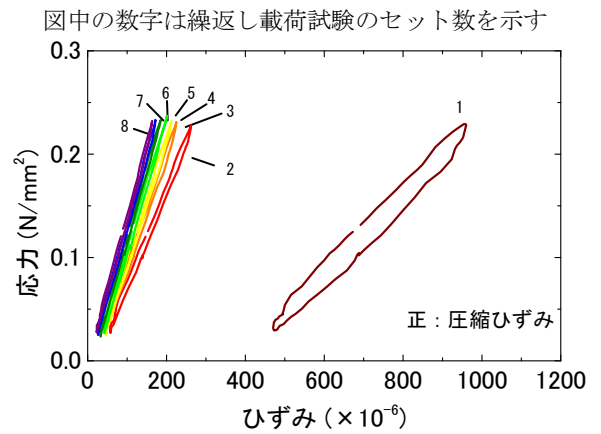


図 3 供試体①-1 の応力-ひずみ関係

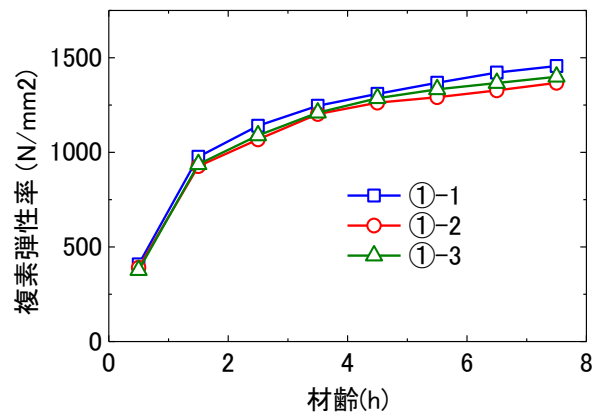


図 4 複素弾性率と材齢の関係

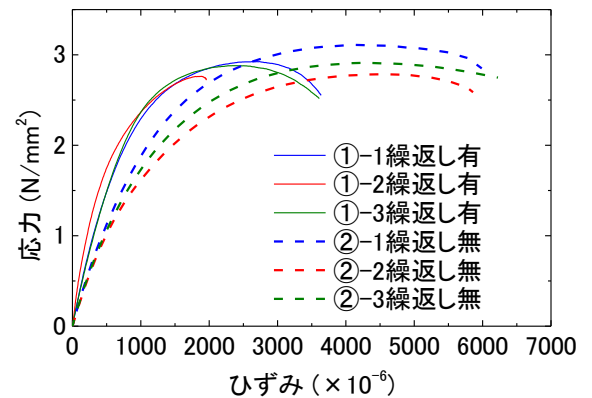


図 5 圧縮強度試験の結果

表 3 割線弾性係数

供試体	繰返し載荷試験の有無	割線弾性係数の平均値 (N/mm²)
①-1～3	有	4200
②-1～3	無	2500