

高流動 CA ミルクの圧縮疲労特性に関する基礎的研究

ニチレキ株式会社 正会員 ○小滝 康陽
ニチレキ株式会社 正会員 平岡 富雄

1. はじめに

隙間充填材「高流動 CA ミルク」はスラブ軌道てん充層を補修する材料の一つであり、数 mm の隙間に充填できることを特徴とする。寒冷地では耐凍害性が求められていることから、凍結融解抵抗性を改善した「耐凍害性高流動 CA ミルク(以下、CA ミルク)」を開発した。今後、寒冷地の新幹線のスラブ軌道てん充層は大規模な更新を控えているため、補修材料の疲労特性も把握しておく必要がある。

そこで、本研究では CA ミルクの圧縮疲労特性を評価した。

2. 配合とフレッシュ性状

CA ミルクの基本性状を表-1に示す。練上がり時の性状は、フロータイム 6.9 秒、温度 20.6°C であった。

3. 圧縮疲労特性

3-1 疲労試験の全体像

図-2に疲労試験の全体像を示す。CA ミルクは CA モルタルと同様にアスファルトに起因する温度依存性を示すことから、圧縮疲労特性の全体を把握するには、幅広い温度範囲で評価を実施する必要がある。また、周波数や供試体の寸法効果の影響を考慮する必要があるが、本研究では基礎的なデータを採取することを目的とし、標準的な条件で試験を実施した。

3-2 静的圧縮強度

圧縮疲労試験の荷重条件を設定することを目的として、材齢 28 日の圧縮強度を求めた。試験用の円柱供試体は、φ 50×100mm で作製し、上下両端部を 25mm 切断して、φ 50×50mm とした。載荷速度は 1.0mm/min、温度は 20°C とした。ひずみと静的圧縮強度の関係を図-3に示す。圧縮強度の平均値は 8.22N/mm²で、静的破壊ひずみの平均値は 6110×10⁻⁶であった。

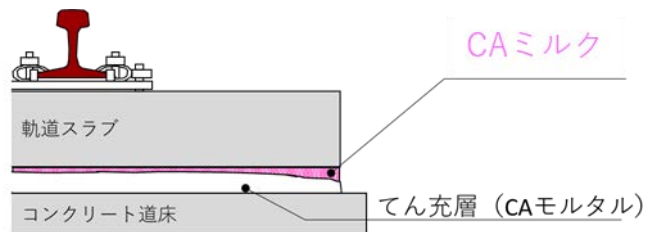


図-1 CA ミルクの施工イメージ

表-1 CA ミルクの基本性状

	規格	性状
フロータイム(秒)	5~7	6.9
温度(°C)	—	20.6

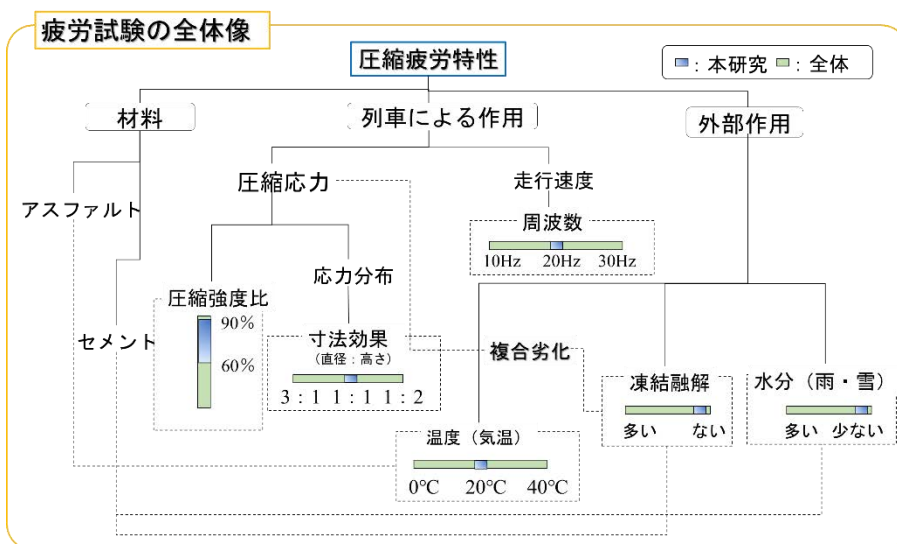


図-2 疲労試験の全体像

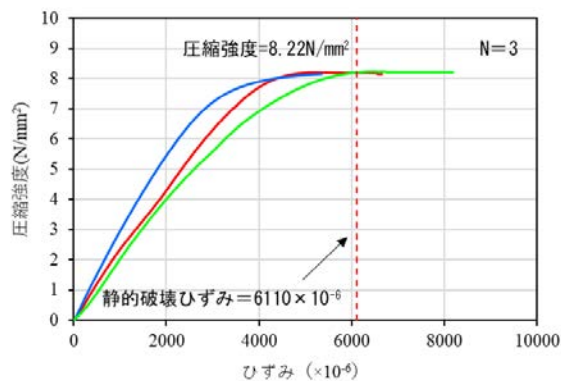


図-3 ひずみ—静的圧縮強度曲線

キーワード CA ミルク, スラブ軌道, 補修材料, 圧縮疲労試験, CA モルタル

連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ株式会社 TEL 0285-44-7111

3-3 圧縮疲労試験の条件

図-4に圧縮疲労試験のイメージを示す。供試体の材齢は28日以降とし、供試体寸法は静的圧縮強度試験と同様に加工した $\phi 50 \times 50 \text{mm}$ とした。また、供試体にはひずみゲージを円柱供試体の中心に表裏一体となるよう2箇所貼付けた。

応力制御による繰返し载荷の荷重条件は、静的圧縮強度に対する比（圧縮強度比）として、本研究では60～90%に設定した。载荷周波数は20Hzとし、正弦波で载荷した。载荷時の温度は20℃、湿度を65%RHとした。载荷の終了は試験機変位が1mmを限度とした。

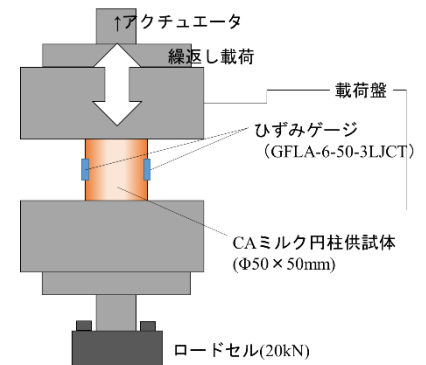


図-4 圧縮疲労試験のイメージ

3-4 試験結果と考察

(1) 载荷回数-ひずみ（最小荷重時）曲線

図-5に試験結果を示す。ここで、破壊の定義は、既往の研究結果¹⁾を参考に、ひずみが急激に変化した点とした。圧縮強度比60～90%の場合、動的破壊ひずみは $3070 \sim 3660 \times 10^{-6}$ であり、平均は 3300×10^{-6} であった。したがって、動的破壊ひずみは静的破壊ひずみの50～60%の範囲にあり、静的圧縮強度よりも小さな応力で繰返し载荷した場合、静的破壊ひずみよりも小さなひずみで破壊することを確認した。

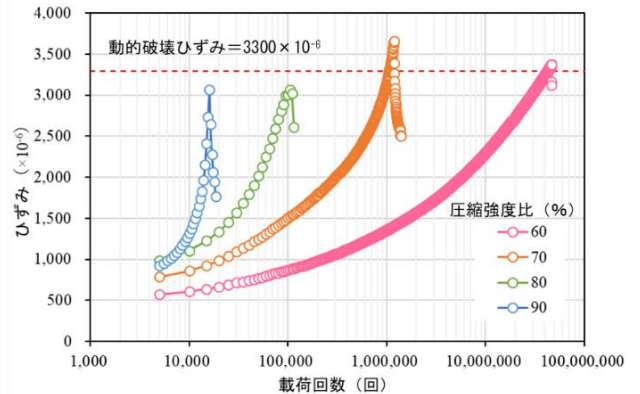


図-5 载荷回数-ひずみ曲線

(2) ひび割れの観察

図-6にひび割れの観察結果を示す。圧縮疲労試験後の供試体の表面には目視で確認できるひび割れが生じており、さらに表面を除去した内部には、疲労ひび割れとみられる幅 $10 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度の微細ひび割れが複数みられた。このことから、図-5のひずみが急激に変化したのは、微細ひび割れが生じた影響と考えられる。

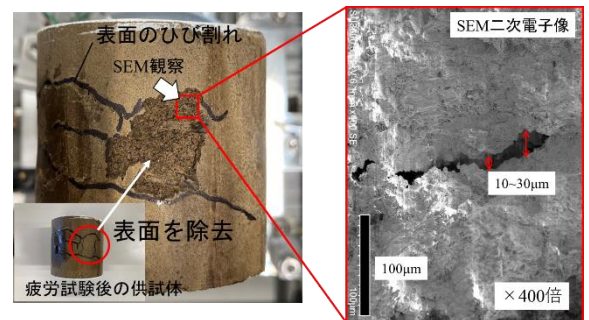


図-6 ひび割れの観察（圧縮強度比80%）

3-5 S-N 曲線とCAミルクの圧縮疲労特性

圧縮疲労試験から得られた破壊回数を示したS-N曲線を図-7に示す。レールなどの変動およびん充層の劣化を考慮した輪重相当の応力²⁾ (0.44N/mm^2)は、CAミルクの静的圧縮強度に対して5%である。また、東北新幹線の走行回数（16両編成，上下線の本数177本/日）から算定した年間の走行回数は207万回である。よって、S-N曲線から標準的な条件ではCAミルクの疲労寿命は3900万年となる。

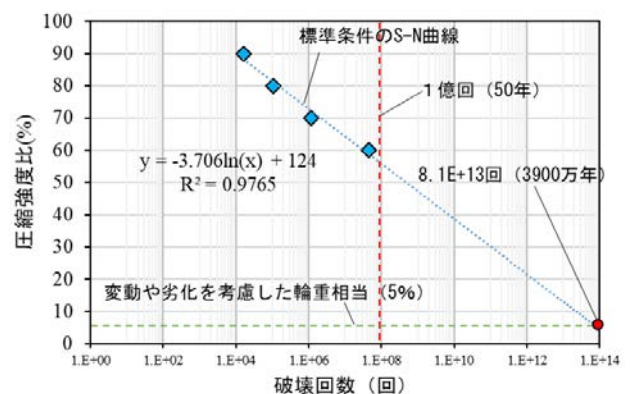


図-7 CAミルクの標準条件のS-N曲線

4. おわりに

CAミルクの圧縮疲労特性を標準的な条件で評価し、十分な疲労寿命を有していることを検証できた。一方で、温度や凍結融解などの外部環境を考慮すると、結果は大きく変化することが考えられる。今後、様々な条件を反映させ、総合的に圧縮疲労特性を評価することで、耐久性の高い材料の開発に繋げていきたい。

【参考文献】1)高橋貴蔵, 桃谷尚嗣, 谷川光: スラブ軌道てん充層 (CAモルタル) の圧縮疲労特性, コンクリート工学, Vol. 54, No. 9, pp948-952, 2014. 2)鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造等設計標準・同解説 軌道構造, pp107, 平成24年1月. 3)高橋貴蔵, 桃谷尚嗣, 長沼光: スラブ軌道てん充層の疲労寿命に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 37, No. 2, pp619-624, 2015