

CA ペーストの破壊エネルギーと凍結融解抵抗性の関係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
ニチレキ株式会社 非正会員 広瀬 良樹

1. はじめに

CA ペーストは図-1に示すとおり、新幹線用スラブ軌道において、既設てん充層（CA モルタル）が劣化した際に生じる軌道スラブ下面の隙間を補修する材料であり、セメント系粉体（C）とアスファルト乳剤（A）などから構成されるものである。この CA ペーストには凍結融解抵抗性が求められており、この性能の向上が材料の長寿命化につながる。

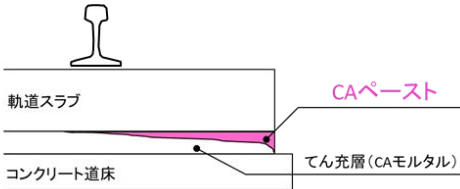


図-1 CA ペーストによる補修のイメージ

CA ペーストなどの CA モルタル系材料の凍結融解抵抗性は「JIS A 1148」に準拠しつつ、1 サイクルを 8 時間、供試体の縦寸法を 2 分の 1 とした評価を実施している¹⁾。この凍結融解試験では 300 サイクル後の性能低下度合いで材料の良否を判断することが標準とされているため、試験時間が 2400 時間（100 日間）と長期間となり、新材料の開発にあたり足かせとなっていた。

そこで、本稿では、「JCI-S-001-2003 切欠きはりを用いたコンクリートの破壊エネルギー試験方法」に着目し、凍結融解抵抗性の簡易的な評価を目的として、CA ペーストの破壊エネルギーと凍結融解抵抗性との相関関係を検証した結果について報告する。

2. 検討配合

CA ペーストの基本配合を表-1に、検討配合を表-2に示す。検討配合は乳剤種別や粉体種別をパラメータとし、CA ペースト以外の新設用・補修用 CA モルタルを含めた 6 配合とした。なお、供試体の作製温度および試験日までの養生温度はいずれも 20℃とした。

表-1 CA ペーストの基本配合

材料	基本配合 (kg/m ³)
セメント系粉体	710
アスファルト乳剤	422
水	305以下
凝結調整剤	適量

表-2 検討配合

No.	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6
材料系	CAペースト	CAペースト	CAペースト	CAペースト	補修用CAモルタル	新設用CAモルタル
アスファルト乳剤	試作乳剤	PMH乳剤※1	試作乳剤	PMH乳剤※1	PMH乳剤※1	A乳剤、P乳剤
セメント系粉体	特殊セメントA	特殊セメントA	特殊セメントB	特殊セメントC	太平洋AP3※2	早強セメント、珪砂
添加水量(%/セメント系粉体)	45	45	45	45	12	6
フロータイム(秒)	6.8	5.1	5.7	5.5	18.6	20.1
圧縮強度 d_{28} (N/mm ²)	12.5	4.1	9.9	5.1	2.6	3.4

※1 PMH乳剤:軌道補修用乳剤
※2 太平洋AP3:太平洋マテリアル製

3. 破壊エネルギーと凍結融解抵抗性の関係

3-1 破壊エネルギー

図-2に破壊エネルギー試験の状況を示す。「JCI-S-001-2003」の破壊エネルギー試験は切欠きはり供試体の 3 点曲げ載荷時の荷重とひび割れ肩口開口変位（以下、開口変位と称す）曲線から破壊エネルギーを求めるものである。供試体の寸法は 40×40×160mm とし、切欠きは供試体底面の中央に 12mm となるように作製した。開口変位の測定には、東京測器研究所製クリップ変位計（RA-5）を用いた。載荷速度は 0.04mm/min とし、試験温度は 5℃と 20℃の 2 水準とした。なお、試験時の材齢は 7 日および 28 日とした。

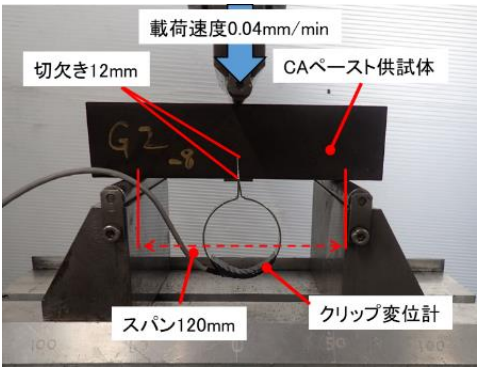


図-2 切欠きはりを用いた破壊エネルギー試験

キーワード CA ペースト、スラブ軌道、破壊エネルギー、凍結融解抵抗性

連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ(株) 技術研究所 研究開発 1 課 TEL 0285-44-7111

図-3に代表的な荷重-開口変位曲線を示す。破壊エネルギーはこの図を用いた式(1)により求めた。

$$G_F = \frac{0.75 W_0 + W_I}{A_{lig}} \quad \dots \text{式(1)}$$

ここに、 G_F : 破壊エネルギー (N/mm)
 W_0 : 供試体が破断するまでの荷重-破断時のひび割れ開口変位曲線下の面積(N・mm)
 W_I : 供試体の自重および載荷治具がなす仕事(N・mm)
 A_{lig} : リガメントの面積(mm²)

次に、図-4に配合による破壊エネルギーの比較を示す。アスファルト乳剤やセメント系粉体の違いにより、破壊エネルギーに差が生じた。特に G-1～G-4 の CA ペースト系よりも G-5、G-6 の CA モルタル系の方が、破壊エネルギーが大きくなる傾向も認められた。また、試験温度 5℃よりも 20℃の試験値が大きくなる傾向となったのは、アスファルトの感温性に起因するものと考えられる。なお、材齢 28 日の試験結果は材齢 7 日と同様の傾向であった。

3-2 凍結融解抵抗性

凍結融解試験は「JIS A 1148 コンクリートの凍結融解試験」の水中凍結融解方法 (A 法) に基づき、詳細条件を表-3のとおりに設定した。なお、相対動弾性係数は、超音波法により得られた動弾性係数により求めた。

図-5に凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係を示す。CA ペースト系の G-1～G-4 は比較的少ない凍結融解サイクルで目標である相対動弾性係数 85%を下回った。これは、CA ペーストの添加水が多い影響と考えられる。

3-3 破壊エネルギー試験の有効性

図-6に破壊エネルギーと相対動弾性係数が 85% ($E_{85\%}$) となるときとの凍結融解サイクルの関係を示す。図より、破壊エネルギーと凍結融解サイクルには高い相関関係が認められた。これは、破壊エネルギー試験によって生じるひび割れが、凍結作用で生じるひび割れに相似していることが理由であり、破壊エネルギー試験は凍結融解試験の簡易試験方法として、適応できると判断する。

4. おわりに

本稿では、CA ペーストの切欠きは供試体の曲げ試験から得られる破壊エネルギーと凍結融解試験により得られる相対動弾性係数 85%の凍結融解サイクルに高い相関関係が認められた。これにより、凍結融解抵抗性の高い配合選定が短期間で実施できる可能性を大きくした。今後ますます、様々な環境の変化により、軌道のメンテナンスコストが縮小することが想定される。今後も軌道保守の省力化に資する材料を開発し、社会に貢献していきたい。

参考文献 1)公益財団法人 鉄道総合技術研究所 編:鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造,pp384,平成 24 年 1 月。

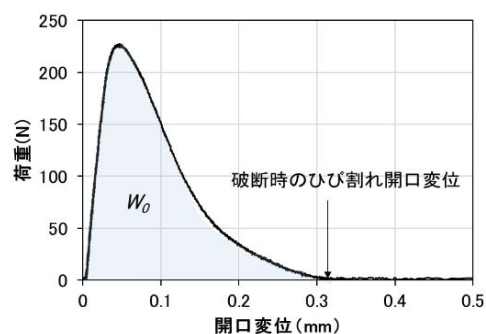


図-3 代表的な荷重-開口変位曲線

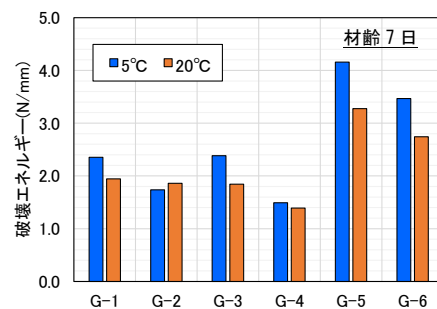


図-4 破壊エネルギーの比較

表-3 凍結融解試験条件

項目	条件
供試体寸法	100×100×200mm
供試体の作製温度	20℃
供試体の養生温度	20℃
開始材齢	28日
凍結融解の温度範囲	+5℃～-18℃
1サイクルの所要時間	8時間
相対動弾性係数の測定温度	10℃

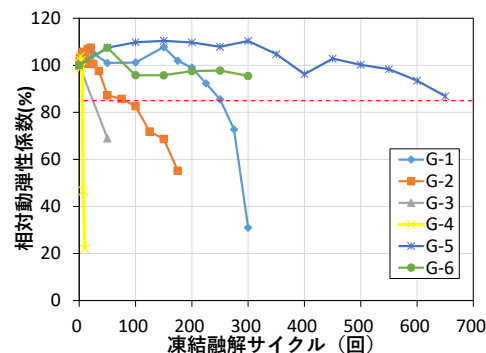


図-5 凍結融解サイクルと相対動弾性係数

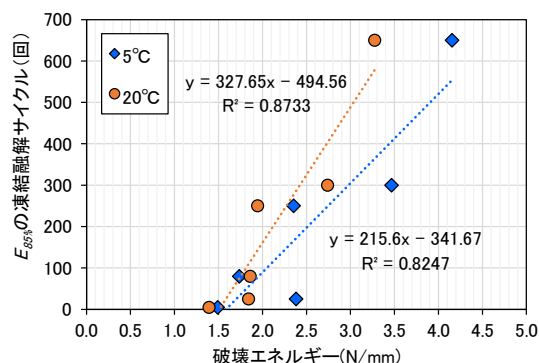


図-6 破壊エネルギーと $E_{85\%}$ のサイクル