

国鉄 鉄道技術研究所 正員 〇原田 豊

同 上

板井則之

同 上

野戸崇治

1 はじめに

近年、セメントとアスファルトという性質が大きく異なる2つの結合材によって構成されたセメントアスファルトモルタル(以下、CAMと略稱)が実現し、メンテナンスフリーを旨とする軌道に緩衝用でん充材として大量に供用されている¹⁾。この複合材は、多量にアスファルトが配合されるため、強度は比較的小さいが弾性に富み、粘弾性体的な特徴を具現する。しかし、最近ガラス繊維補強セメント²⁾、ラテックスアスファルト³⁾の登場および耐硫酸塩セメントのJIS制定に伴い、CAMの脆性改良と塩分環境下への適用を着意した。一方、かかる複合材の研究は未開の分野であるため、本文は脆性に対して有枝・無枝繊維とラテックスによる補強・改質の効果、耐水性に対してセメントと膨張性混和材の選択と上記補強改質材の複合効果を把握することを目的とし、実用化に必要な施工性、力学的特性、浸水劣化の抵抗性について基礎的な検討を加えた。

2 実験概要

使用する材料及配合は、表1に示す一般用のAと耐水性用のSを定位とし、両者の補強改質材として、特殊なアニオン系アスファルトA乳剤の固形分に対する重量比で、特殊用途の混和材1%…I、ラテックス3%と3mmのポリプロピレン繊維1%…P、これらと12mmの耐アルカリ性ガラス繊維3%…GPをそれぞれ添加した。以下各配合の記号はI、P、GPを標準配合AまたはSの頭部に付して略稱する。繊維の種類・長さ・添加量は、施工性と繊維の分散性などから最適なものを選んだ。混練りはA・W・消泡剤・S・アルミ粉末・CAA・Cの投入順序。製造、養生および測定は20℃・65%RHの恒温恒湿条件下で行い、流動性はJロート、強度と弾性率はテンシロンTOM-500Dを用い、耐水性は20℃人工海水の2倍液に浸漬して諸特性の劣化状態を調査した。

表1 CAMの標準配合(kg/m³)

区分	配合NO	早強セメント	膨張性混和材	アスファルト乳剤	消泡剤	水	アルミ粉末	消泡剤
一般用	A	255	CSA 4.5	480	600	75	0.04	0.15
耐水性用	S	A配合のセメントが耐硫酸塩、膨張性混和材の石灰系						

その他配合

I……A, S配合に特殊混和材を添加。

P……ラテックスポリプロピレン繊維を添加。

GP……特殊混和材、ラテックス、ポリプロピレン繊維、ガラス繊維を添加。

注) 流下時間: Jロート法18~26秒の範囲とする。

3 実験結果と考察

1) 施工性; でん充材は、注入前の品質管理の簡易、所要の流動性と可使時間および満足な充てん性の確保が実用上不可欠な条件である。図1に各材の流動性状を示す。大量施工の実績を有する標準配合Aと比較して、PAはラテックス乳化時の界面活性剤の減水作用、Sは耐硫酸塩セメントの粉末度とCAA成分などが早強セメントよりも低位のため、両者ともW/C+CAAが約10%ほど減少し、かつ良好な流動性を保持した。一方、GPはGP繊維の摩擦作用などでPAに見られる減水効果が相殺され、かつ流動性も幾分低減する傾向が認められるが、いずれの配合も繊維が概ね均等に分散し、またファイバボールの形成がなく、所要の作業性を十分に満足した。

2) 強度特性; 有枝・無枝繊維を混入すると、圧縮、曲げ、せん断などの各強度が向上する。その1例は図2に示すように、GP繊維混入率の増加と共に強度増大の傾向があらわれる。特にP種繊維とGP繊維を併用した場合に強度向上

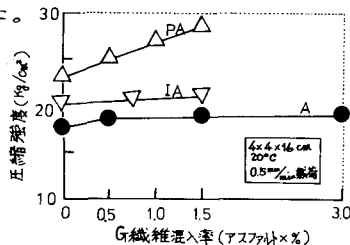


図2. GP繊維混入率と圧縮強度との関係

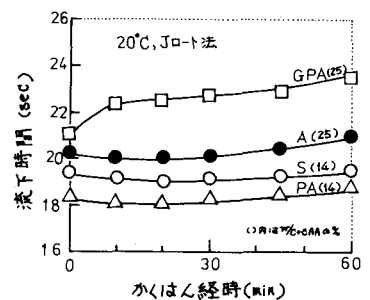


図1. 流動性の経時変化

が顕著であり、両繊維の効果は相乗的に加算されるようである。また、図3に示すようにGPAの各強度比は、圧縮に対して曲げが概ね同等、せん断は約80%に相当する位置にあって、セメント系硬化体では推測できない強度特性を表現し、その脆性向上はまさに特筆に値する。これは、アスファルトの特性および両繊維がよく分散

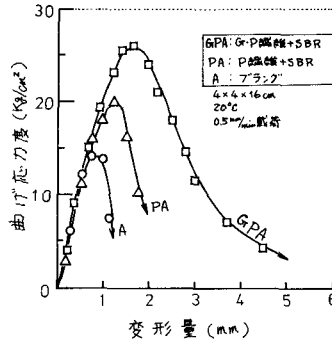


図4, 曲げ応力-変形曲線

してからみ合い、セメントアスファルトマトリックスと十分に付着してひびわれ拘束性や応力分散性を発揮したことの証左と考える。

3) 変形能; 図4に曲げ載荷時の応力-変形曲線を例示する。その変形能力は、GPA>PA>Aの順序に優れ、特にGPAは繊維なしのA(破壊ひずみは約 1300×10^{-6} でセメント系硬化体よりも約1桁大きい)と比較して、ピーク応力時で約2倍、破壊時で約4倍も変形能が向上し、その吸収エネルギーは著しく増大した。また、圧縮載荷時においても類似の挙動を示し、じん性が飛躍的に改善される。

4) 静的弾性率; アスファルトの特徴とする温度・荷重依存性は不可避的である。ここでは、図5に常温における圧縮載荷時の静的弾性率を枚令との関係で示す。静的弾性率は、枚令に伴う強度増進に応じて増大する傾向を示し、標準配合Aに比べてヤング率の小さい有機繊維のPAは殆んど同等値であるが、ヤング率の大きいG繊維のGPAは概ね2倍ほど静的弾性率が増え、繊維素枚の剛性が支配的な影響を与える。弾性・振動などを重要視する用途には緩和施策が必要となる。

5) 耐海水性; CAM硬化体は、セメント水和物の周辺がアスファルトでコーティングされた組織を有するが、多水量系複合枚のため長期の海水浸漬では劣化が避けられない。そこで、セメントおよび膨張性混和枚のうち、海水劣化の主因とされる C_3A 鉱物の少ないものを選び、これに補強改質枚を混入した。図6に標準配合A、耐硫酸塩セメント+石灰系膨張枚のS、PS、GPSの海水浸漬による特性変化を示す。そのうち、GPSは曲げ強度、長さ変化、重量変化とも最も優れ劣化が全くない。これは、エトリンサイト生成の減少、テタフスの水密性向上、繊維の拘束性など複合寄与したものと推察される。

4. まとめ

ラテックス、有機・無機繊維補強CAMは、補強改質枚の適量混入により、満足な施工性、脆性・じん性の画期的な改良が可能となる。また、 C_3A の少ないセメントおよび膨張枚の併用で耐海水性も著しく向上する。現在さらに研究の深度化が進められている。

本研究は東亜道路工業(株)、小野田セメント(株)の関係者に多大のご協力を戴いたことを付記し、深く感謝の意を表す。

文献 1) 樋口他, セメント技術年報, 27, (1973). 2) 岸谷, セメント工業誌, No.277 (1978.7). 3) 勝坂他, 石油化学誌 (1978). 4) 原田, 全国コンクリート学会年次講演論文集 (1977).

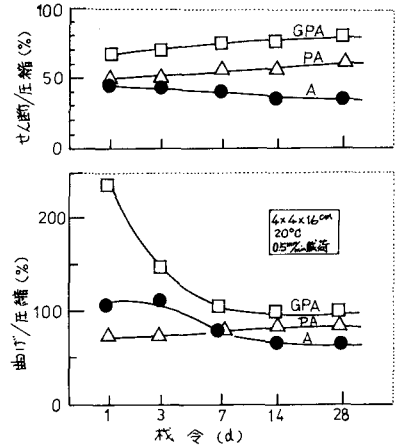


図3, 圧縮に対する曲げ・せん断強度比

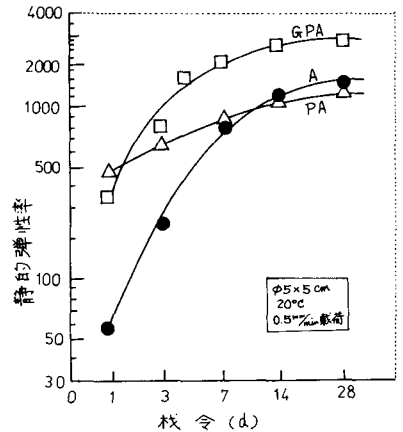


図5, 圧縮時の静的弾性率

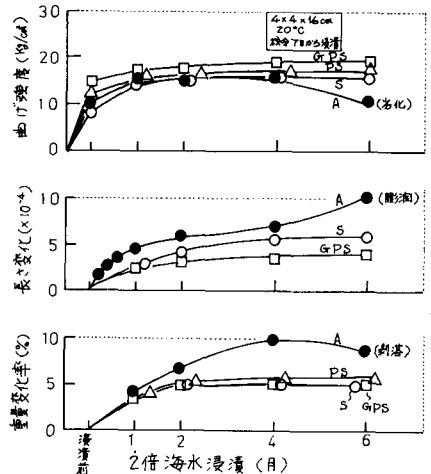


図6, 2倍人工海水浸漬による劣化