

国鉄鉄道技術研究所 正員 鳥取 誠一

国鉄鉄道技術研究所 正員 阿部 英彦

国鉄鉄道技術研究所 正員 原田 豊

1. まえがき

国鉄では軌道保守作業の軽減のためにスラブ軌道を既に多用しているが、そのスラブの緩衝用でん充材としてセメントアスファルトモルタル（以下CAMと略称）が開発された¹⁾。しかしながらCAM自体の特性および施工荷重、環境条件などにより時としてヒビ割れの発生が見られたので、改良の必要があった。そこで、CAMの耐ヒビ割れ性や耐脆性の向上をはかるために有機繊維、無機繊維、ポリマー等をCAMに混入した場合の施工性、力学的特性および耐久性について検討を続けてきた²⁾。本報告はそのうちCAMの耐ヒビ割れ性と耐脆性の改良に焦点をあて報告する。

2. 実験概要

使用材料および配合は表1に示す通りである。セメントは配合A、Bの場合早強ポルトランドセメント、Cの場合は中庸熟セメント。混和材はA、Bの場合CSA系の膨張材、Cの場合は石灰系の膨張材。アスファルト乳剤はノニオン系またはアニオン系であり、その

表1. CAMの標準配合

(kg/m³)

配合	セメント	混和材	アスファルト乳剤	細骨材	水	アルミニウム粉末	消泡剤	AE剤	G繊維	P繊維
A	255	45	480	600	75	0.04	0.15	75	—	—
B	255	45	480	600	75	0.04	0.15	75	90	15
C	297	33	528	660	75	0.04	0.5	—	—	—

注1) まだ固まらないCAMの流動性はJ-ロートで測定した。

流下時間を約20秒とした。

2) 空気量は、配合A Bで10%前後、配合Cで3%程度とした。

蒸発残留物は60~61%、配合Bの場合のみ蒸発残留物に対する重量比で3%のポリマーを混入した。細骨材は比重2.53~2.55、粗粒率は1.81~1.83の川砂。さらに、配合Bにおいては長さ12mmの耐アルカリ性ガラス繊維（以下G繊維と略称）と長さ3mmのポリプロピレン繊維を混入した。供試体の製造および養生は20℃、65%RHの恒湿恒湿条件下で行ない、材料28日で試験を実施した。

3. 実験結果と考察

(1) 繊維補強CAMの物理的性質

図1に乾燥収縮試験結果を、また図2に温度の変化による熱膨張係数の変化を示す。両者ともヒビ割れ発生の要因と考えられるが、図1より乾燥収縮についてはG繊維による軽減効果が認められる。なお、今回の試験条件の範囲であれば、一般にCAMは3ヶ月程度で乾燥収縮が落ちつくことは既に確認している。また、配合Aの熱膨張係数はアスファルト混合物と同様に大きな温度依存性を示し、特に0℃付近より低温でその値が急激に大きくなっている。しかし配合Bはポリマーを混入しているため、熱膨張係数はそれ程大きくない。

(2) 繊維補強CAMの力学的特性

配合AにG繊維を混入した場合の、混入量と圧縮、曲げ、およびせん断強度の関係を図3に、混入量と衝撃値および曲げ破壊吸収エネルギーの関係を図4に示す。G繊維混入量は(セメント+混和材)の重量に対する比率で示した。

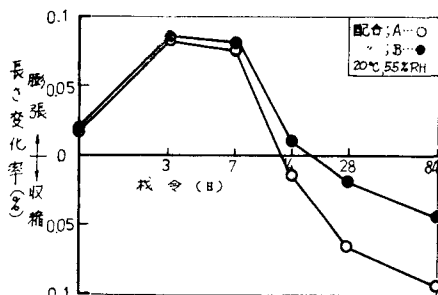


図1. CAMの長さ変化

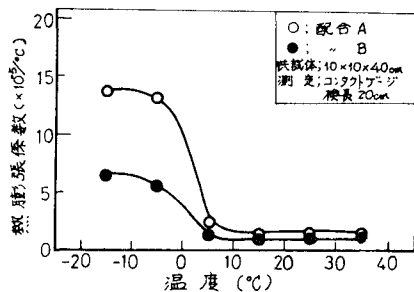


図2. CAMの熱膨張係数

これらの図からわかる通り、 G 繊維の混入量を増加させるに従って衝撃値と曲げ破壊吸収エネルギーは増加するが、圧縮、曲げ、せん断強度は余り変化しなかった。

上述した傾向はセメントアスファルトマトリックスと G 繊維の付着状態にも大きく影響されるものと思われる。繊維補強CAMのセメントアスファルトマトリックス構造はセメント水和物の周辺がアスファルトでコートされているので、³⁾ガラス繊維補強セメントなどとは異なる強化機構を有すると想像される。この点と物性値上から確認するため配合Cについて G 繊維を混入

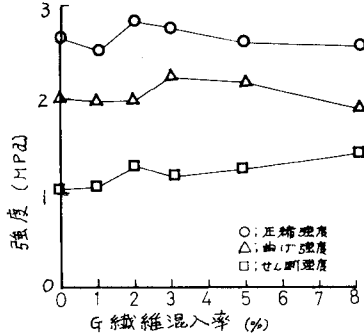


図3. 各種の強度

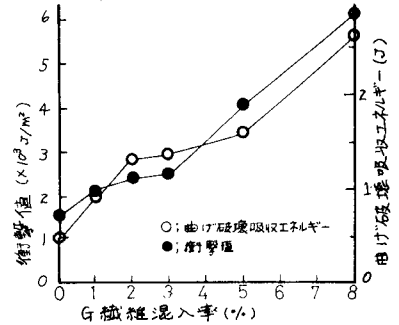


図4. 衝撃値および曲げ破壊吸収エネルギー

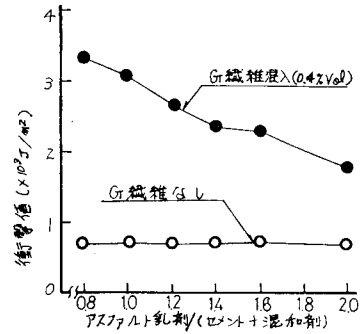


図5. 衝撃値 (SPALCON)

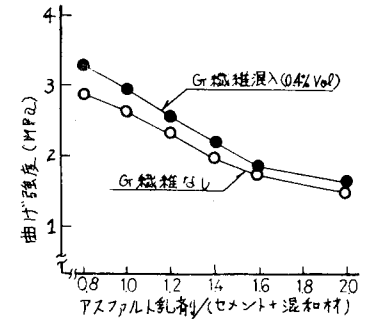


図6. 曲げ強度

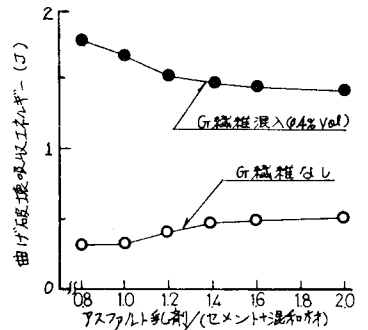


図7. 曲げ破壊吸収エネルギー

した場合としない場合についてそれぞれ(セメント+混和剤)とアスファルト乳剤の重量比を变化させて各種の強度試験を実施した。図5に衝撃値、図6に曲げ強度および図7に曲げ破壊吸収エネルギーについての結果を示す。図5から、 G 繊維を混入しないCAMでは(セメント+混和剤)とアスファルト乳剤の重量比が変化しても衝撃値は変化しないが、繊維補強CAMでは(セメント+混和剤)が富配合になる程その値が増加するのがわかる。すなわち、(セメント+混和剤)とアスファルト乳剤の混合比に応じてセメントアスファルトマトリックスの性状が変化するので、 G 繊維とマトリックス界面の状況も変わり、その変化が衝撃値に影響を与えると考えられる。同様の傾向は図6および図7に示す曲げ試験の結果からも明らかで、セメントが富配合な程、 G 繊維とセメントアスファルトマトリックスの付着が大きいためである。

4. まとめ

繊維補強CAMは有機繊維、無機繊維およびポリマーの混入により、従来のCAMにおいて欠点とされていたひびわれや脆性に対し相当に改善されることが明らかとなった。繊維補強CAMは東北新幹線において一部試用したが、 G 繊維、ポリマーなどは一般に高価である。従って、今後は繊維補強CAMの耐久性も含めた合理的かつ経済的な配合を確立することが重要である。なお、本研究は電気化学工業(株)、日産化学工業(株)および東亜道路工業(株)の関係者の御協力とご支援のもとで、ここに明記し厚くお礼申し上げます。

参考文献 1)佐藤、植口；土木学会論文集 (No.184)

2)原田他；土木学会第34回年次学術講演会概要集

3)原田；第1回コンクリート工学年次講演論文集