

鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 啓年

同 上 同 上 宮田 尚彦

同 上 同 上 鳥取 誠一

1. まえがき

セメントアスファルトモルタル(以下CAモルタルと略称する)は鉄道におけるスラブ軌道の緩衝材として開発、実用化されている。本材は基本的にはセメント水和物とアスファルトからなる材料であるため粘弾性体的な性質を有することが知られているが、現在までに使用されたCAモルタルには軌道スラブ側縁部にやや損傷が見られるものがある。これらの損傷は、気象条件、施工条件、使用条件等各種の要因が複雑にかみあわさって生じたものと考えられるが、本論文はこのうち特に温度、歪速度を幅広く変化させた種々の条件下における圧縮、曲げ強度および破壊歪の特性を再確認するために行った試験結果について取纏めたものである。

2. 使用材料および試験方法

使用した材料は普通ポルトランドセメント、アスファルト乳剤(スラブ軌道用)、細骨材(F.M. ≈ 1.5)および水道水であり、配合は表1に示すとおりである。ここで用いたアスファルト乳剤はノニオン系で、アスファルト固形分は約60%である。なお、クリープ試験は、図1に示す方法で行った。

表1 CAモルタルの配合(重量比)

配合 NO.	早強セメント	アスファルト乳剤	細骨材	水
1	1	1.6	2	0.25
2	1	0.5	2	0.43
3	1	2.5	2	0

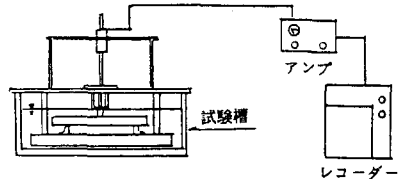


図1 クリープ試験装置

供試体は、脱型後 20℃, 80%RH の恒温で6ヶ月以上気中養生した。供試体の形状、大きさは圧縮強度試験には $\phi 5 \times 10^3$ とし、曲げ強度試験には $5 \times 3 \times 30^3$ のものを用いた。

3. 圧縮強度および破壊歪

温度と圧縮強度の関係を図2に示す。図から明らかなように温度の低下ならびに歪速度の増加に従って強度が大きくなっている。また、高温域では強度がある一定の値に収束する傾向が認められる。一方、低温域では強度が上昇する傾向にあり歪速度への依存性が大きくなることがわかる。

図3に温度と破壊歪の関係を示す。破壊歪は温度が低下するにつれて増加する。しかし、値自体は大体 10^{-2} 前後であり大きな変動はない。一般にアスファルト混合物においては温度の変化に伴い破壊歪が大きく変動するが、上述の傾向はアスファルト混合物と異なるCAモルタル特有の現象と考えられる。

図4に破壊歪と圧縮強度の関係を示す。破壊歪が 10^{-2} に近接した曲線となっている。今後は圧縮クリープ試験等実施し、より広範囲な性状を捉える必要がある。

4. 曲げ強度および破壊歪

i) 定歪速度曲げ試験

図5に温度と曲げ強度の関係を示す。図より、曲げ強度は温度および歪速度への依存性がみられ、ある温度を境(脆化点と称する)として強度の増減傾向が異なること

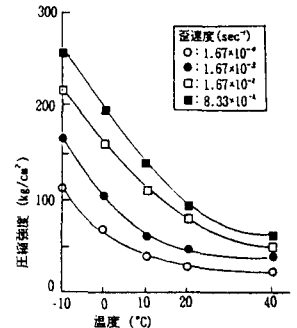


図2 圧縮強度と温度の関係

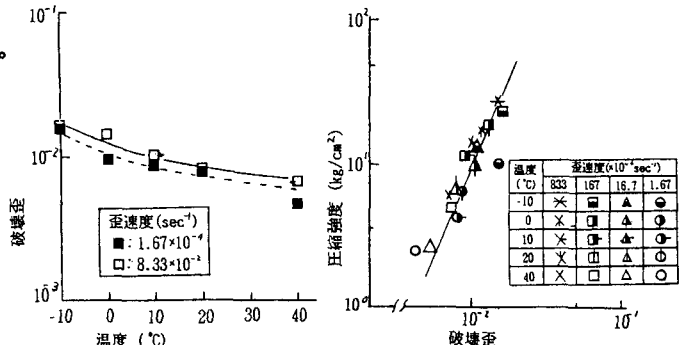


図3 温度と破壊歪の関係

図4 圧縮強度と破壊歪の関係

が明らかとなった。脆化点は歪速度が小さくなるほど低温側にシフトし、強度は順次低下する傾向が認められた。また、低温域では温度、歪速度への依存性が小さくなっている。図6に温度と破壊歪の関係を示した。各歪速度ともある温度で最大の破壊歪をもつ曲線で示され、低温域においては歪速度への依存性が小さくなる。

図5 曲げ強度と温度の関係

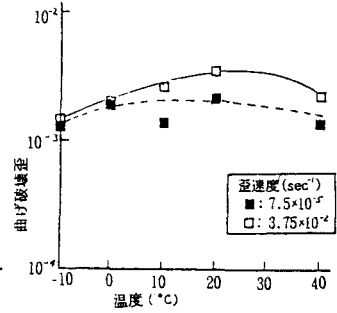


図6 曲げ破壊歪と温度の関係

表2 曲げクリープ試験結果

配合NO.	温度(°C)	破壊に至った 時間(分)	力度(kg/cm ²)	破壊時の 歪(10 ⁻³)
1	50	22	10.0	1.18
	40	24	11.0	1.06
	20	56	18.9	1.46
	10	43	23.8	1.38
2	20	6	29.7	0.80
3	20	46	5.5	1.73

ii) 曲げクリープ試験

曲げクリープ試験の結果を表2に示す。配合 NO.1 に関しては、曲げ破壊に要する時間が1時間程度となるように荷重を設定し試験を行った。しかし、破壊歪が小さいこと、バラツキが大きいことなどから破壊に至るまでの時間は 20~60分程度であった。なお、破壊点は第3クリープ期の開始点とした。

iii) 曲げ強度と破壊歪の関係

上述した i), ii) の試験より得られた結果を曲げ強度と破壊歪の関係として捉えると図7が得られる。(C:A:S=1:1.6:2) 曲げ強度と破壊歪の関係は曲げ強度が約 70kg/cm²、破壊歪が約 3×10⁻³の極限値をもつ曲線で表現され、高温および小さい歪速度になるにしたがって左下方(曲げ強度、破壊歪とも小)へ直線的に移動している。これらの結果からもCAモルタルはアスファルト混合物とは相当に様相を異にすることがわかった。

iv) セメントとアスファルト乳剤の混合比を変化させた場合の曲げ特性

図8に表1に示す配合 NO.1~3 の供試体について温度を 20°C 一定とし歪速度を変化させた場合の曲げ強度の変化を示す。曲げ強度は歪速度およびA/Cへの依存性を示すが、曲げ強度はあるA/Cで最大強度を示し、それも歪速度が大きい程ピークが顕著となる結果となった。図9に破壊歪の結果を示す。破壊歪はA/Cが大きいほど、歪速度が大きくなるほどその値が大きくなる。さらに、A/Cが大きいほど破壊歪は歪速度に依存する程度がわずかながら大きくなる傾向もみられた。

また、セメントとアスファルト乳剤の混合比を変化させた場合の曲げ強度と破壊歪の関係を図8にプロットした。配合 NO.2,3 については、データ数が少なく必ずしも明確でないが、曲線は配合 NO.1 と同様に左下方へ直線的に移動する傾向を示した。すなわち、A/Cが増加するにしたがって、曲線は右下方へ平行移動すると考えられる。

4. まとめ

以上の結果から、概ね種々の条件下におけるCAモルタルの圧縮、曲げ特性が確認されたと考えられる。したがって、今後は実施の段階に即応したCAモルタルの配合を適切に選定することが肝要である。

(参考文献)

- ・牛島、上野、宮田：ガラス繊維マット補強CAモルタルの力学的特性
第42回土木学会年次学術講演会概要集

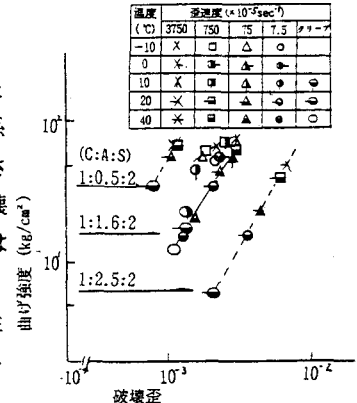


図7 曲げ強度と破壊歪の関係

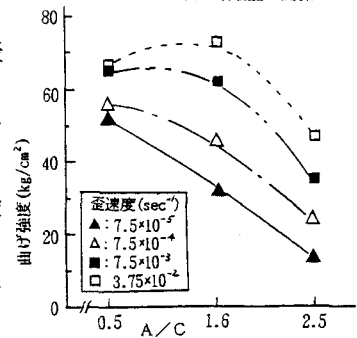


図8 セメント、アスファルト混合比と曲げ強度

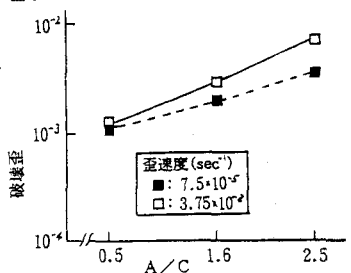


図9 セメント、アスファルト混合比と曲げ破壊歪の関係