

改質 型混合物の曲げ疲労特性

土木研究所寒地土木研究所 正会員 丸山 記美雄
 正会員 田高 淳
 北海道工業大学 フェロー 笠原 篤

1. 背景と目的

筆者らは、これまでにストレートアスファルト混合物の曲げ疲労試験における破壊特性の把握を進めてきた。その結果、試験室内で作成した配合の異なるストレートアスファルト混合物の曲げ疲労破壊特性に統計的に有意な差が認められ、現道での疲労ひび割れ発生状況と合致することや¹⁾、現場から採取した混合物供試体においても配合が異なる混合物の疲労破壊回数には統計的に有意な差が認められ、現場採取供試体は室内作成供試体と同様の疲労破壊特性の傾向を示すこと確認してきた²⁾。

本報告では、アスファルトバインダーに改質 型アスファルトを用いた場合の混合物の曲げ疲労破壊特性について、室内試験によって比較検討を加えた結果を述べる。

2. 試験概要

曲げ疲労試験は図-1に示す4点曲げ試験装置により繰返し曲げ疲労試験を行った。改質 型アスファルトを用いた場合の疲労破壊特性を評価することを目的としているので、骨材は同一の物を使用し、同一の骨材粒度を有する混合物において、使用するバインダーのみをストレートアスファルト(80-100)と改質 型アスファルト(プレミックスタイプ)に変化させた場合の疲労破壊特性を比較する手法をとった。骨材粒度は密粒度13Fの粒度とし、その骨材粒度を表-1に、配合設定結果を表-2に示す。供試体は15×8×40cmの供試体から上下左右4面カットで5×5×40cmの供試体を2本切り出し作成した物を使用した。試験条件と試験数量を表-3に示す。疲労破壊回数の差とバラツキを統計的に検定するために、300μのひずみで改質 型混合物に対しては10本、ストレートアスファルト混合物に対しては20本の試験を実施した。なお、試験本数が異なるのは改質 型混合物の試験に長時間を要するためである。破壊回数は曲げ応力の変曲点から算出した。

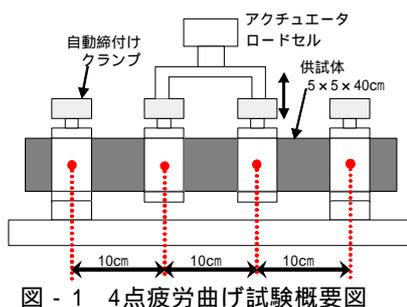


図-1 4点疲労曲げ試験概要図

表-1 試験混合物の骨材粒度

フルイ目	粒度範囲	目標粒度
通過重量百分率		
19mm	100	100
13.2mm	95~100	97.5
4.75mm	52~72	62
2.36mm	40~60	50
600μm	25~45	35
300μm	16~33	24.5
150μm	8~21	14.5
75μm	6~11	8.5
F/A	1.7	

表-2 試験混合物の配合設定

混合物種類	使用バインダ	最大粒径(mm)	アス量(%)	アス容積率(%)	空隙率(%)
密粒度13F(改)	改質 型(プレミックスタイプ)	13	5.3	12.4	3.5
密粒度13F(スト)	ストアス(針入度80-00)	13	5.4	12.6	3.6

表-3 試験条件と試験数量

試験混合物	密粒13F(改)	密粒13F(スト)
試験温度	10	10
載荷周波数	10Hz、サイン波	10Hz、サイン波
ひずみレベル	300μ	300μ
試験数量	10本	20本
養生時間	6時間以上	6時間以上
制御方法	ひずみ制御	ひずみ制御

3. 試験結果および考察

3.1 改質 型混合物とストレートアスファルト混合物の疲労破壊回数の差異

300μのひずみにおける曲げ疲労試験によって得られた疲労破壊回数の度数分布と基本統計量を図-2に示す。密粒13F(スト)と密粒13F(改)では疲労破壊回数の分布域が明らかに異なっている。

破壊回数の平均値の差の検定(Welchのt検定)を実施した結果を表-4に示す。有意水準1%でストアス混合物と改質 型混合物の母平均には差があると判断され、ストアス混合物と改質 型混合物の破壊回数には統計的に有意な差があるといえる。その差は破壊回数の平均値で、ストアス混合物を1とすると、改質 型混合物は31と大きな差である。図-3には既往の試験で実施したアス安(スト)と粗粒(スト)の結果¹⁾

キーワード：曲げ疲労試験、疲労破壊、疲労ひび割れ

連絡先：〒062-0912 札幌市豊平区平岸1条3丁目 Tel.011-841-1747 @Fax.011-841-9747

も含めて破壊回数の平均などを示している バインダーをストアスから改質 型に変えることによる破壊回数
の改善効果が大きなものであるといえる。

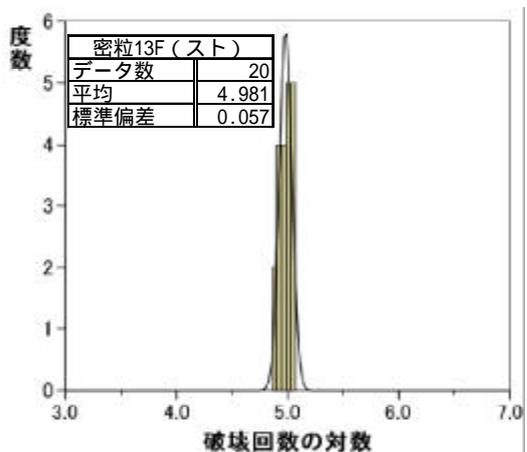
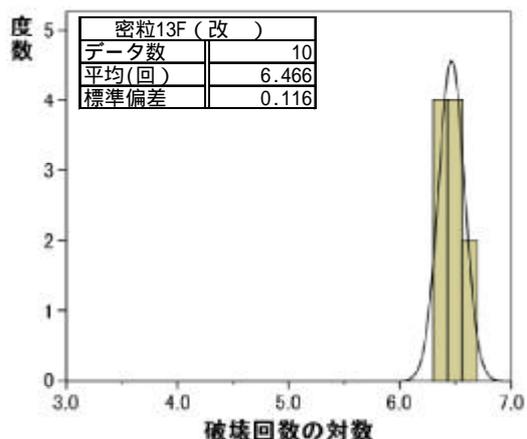
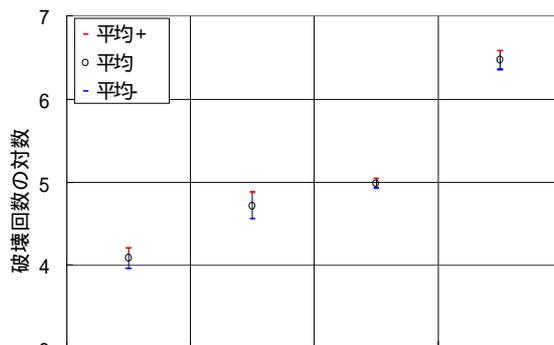


図 - 2 破壊回数の度数分布

(上図：密粒13F改 ，下図：密粒13Fスト)



アス安(スト) 粗粒(スト) 密粒13F(スト) 密粒13F(改)

図 - 3 混合物ごとの破壊回数の平均値

表 - 4 300 μ の破壊回数の平均値の差の検定結果

検定手法	母平均の差の検定 (両側) t検定(Welch), 有意水準 a=1%
試験供試体の別	室内作成供試体
密粒13F(改)と 密粒13F(スト)の差	$p = 1.50 \times 10^{-6} < a = 0.01$ 差がないとはいえない a: 有意水準、p: 有意確率

表 - 5 破壊回数頻度分布の適合度検定結果

	正規分布への適合度検定 (両側) Kolmogorov-Smirnov, 有意水準 a=5%	
分布形状の別	正規分布への適合度	対数正規分布への適合度
密粒13F(改)	$p = 0.891 > a = 0.05$ 適合する	$p = 0.994 > a = 0.05$ 適合する
密粒13F(スト)	$p = 0.892 > a = 0.05$ 適合する	$p = 0.813 > a = 0.05$ 適合する

p: 有意確率、a: 有意水準

3.2 破壊回数のばらつき

曲げ疲労破壊回数は同一材料であっても一定のばらつきを有する性質のものであり、そのばらつきを把握しておくことは、今後理論的設計法を確立する上で重要である。そこで、改質 型混合物の300 μ のひずみレベルにおける10本の疲労破壊回数のばらつきの分布に関して、適合度の検定 (Kolmogorov-Smirnov) を実施した。結果を表-4に示すが、正規分布とも対数正規分布とも適合すると判断しても良い結果といえる。

4. まとめ

混合物に使用するバインダーをストレートアスファルトから改質 型アスファルトに置き換えた場合、その混合物の曲げ疲労破壊回数は明らかな改善を見せ、その差は統計的に有意なものであることを確認した。ただし、実際の道路の供用条件下においては様々な要因が関係するため同様の差がストアスと改質 型混合物の間で現れるか否かは未検証であり、本結果のみで改質 型の疲労破壊抵抗性を評価すべきではない。しかし、ストアス混合物における筆者らの調査結果^{1),2)}を踏まえれば、実際の道路においても有意な差が確認される可能性は高いと推測される。アスコン層の最下層混合物に改質 型混合物を使用することで疲労破壊に対する耐久性が向上し、ライフサイクルコストの縮減効果も期待できるため、今後は実道における取組みも検討したい。

<参考文献>

- 丸山ほか：配合の異なる混合物の疲労破壊特性に関する実験的検討，第59回土木学会年次学術講演会概要集，pp. 1251-1252, 2004
- 丸山ほか：現場採取供試体による配合の異なる混合物の曲げ疲労試験，第60回土木学会年次学術講演会概要集，pp. 181-182, 2005