

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

北海道開発土木研究所 正会員 丸山 記美雄 正会員 岳本 秀人
 北海道工業大学 フェロー 笠原 篤 学生員 尹 恢允

1. 背景と目的

試験室内で作成した配合の異なる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を、筆者らはこれまでに報告している¹⁾。しかし、室内で供試体を作成する場合と、実際の舗装現場では転圧や締固め状況などが異なるため、室内作成供試体と現場の混合物との疲労破壊抵抗性は、必ずしも同様の傾向や差を示すとは言い切れず、検討の余地が残った。将来的に、曲げ疲労試験によって混合物や舗装構造の疲労破壊時期の評価や予測を行なうことを考えた場合、室内作成供試体と現場の混合物の曲げ疲労破壊特性の関係性を知ることは重要と考えられる。

そこで、本検討では、アスファルトや骨材が同じで、配合の異なる混合物を現場から採取し、整形した供試体で曲げ疲労試験を行うことで、それらの破壊回数の差や、室内作成供試体と現場採取供試体の疲労破壊特性の関係性について検討を加えることを目的とする。

2. 試験の概要

現場採取供試体は国道36号に構築されている美々新試験道路²⁾から平成16年8月に採取した。図-1に示すように、アスコン層下面がアスファルト安定処理であるT1-1断面、粗粒度アスコンであるT1-2断面、密粒度アスコンであるT2-2断面の、車輪の載荷の影響を受けていない部分（BWP位置）からブロック状供試体（45×40×12cm）を現場採取し、図-2のようにカッター切断して5×5×40cmの曲げ疲労試験用供試体を作成し、4点曲げ疲労試験を行なった。現場採取供試体のアス量測定結果を表-1に示す。

曲げ疲労試験条件と試験数量を表-2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10本の試験を実施した。さらに、疲労破壊回数の回帰式を作成するため、200μと400μのひずみで5本ずつの試験を実施した。

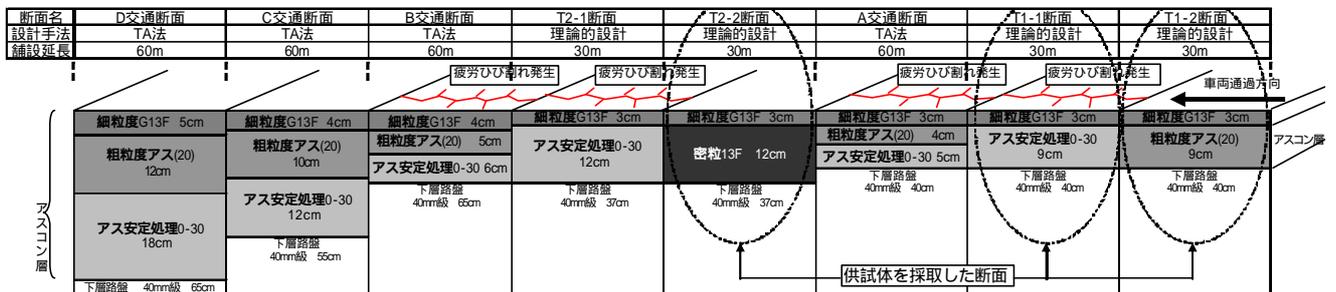


図-1 美々試験道路の舗装断面と供試体採取位置の概要

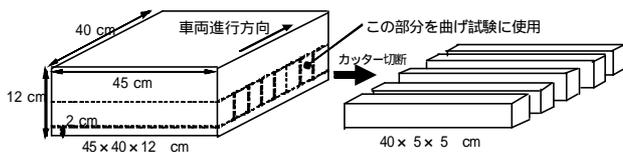


図-2 現場採取供試体からの曲げ疲労試験用供試体作成方法

表-1 現場採取供試体のアス量

混合物種類	アス量 (%)
アス安定処理(0-30)	4.3
粗粒度アスコン(20)	5.5
密粒度アスコン(13F)	6.3

表-2 試験条件と試験数量

試験温度	10
載荷周波数	10Hz、サイン波
ひずみレベル	200μ 300μ 400μ
試験数量	5本 10本 5本
養生時間	6時間以上
制御方法	ひずみ制御

3 試験結果および考察

3.1 現場採取供試体の疲労破壊回数の差異

現場採取供試体に対して200μ、300μ、400μのひずみレベルで実施した曲げ疲労試験結果を図-3に、基本統計量を表-3に示す。破壊回数は混合物ごとにばらついているが、いずれのひずみレベルにおいても、破壊回数の平均値はアス安<粗粒<密粒の順に大きい傾向にある。

また、300μ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対して、適合度の検定(Kolmogorov-Smirnov)を実施したところ、表-4に示すように3混合物すべてが正規分布に適合すると判断しても良い。次に、破壊回数の平均値の差の検定(t検定)を実施した結果を表-5に示す。有意水準1%で

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

アス安と粗粒、粗粒と密粒、アス安と密粒の母平均には差があると判断され、アス安、粗粒、密粒の破壊回数には統計的に有意な差があるといえる。

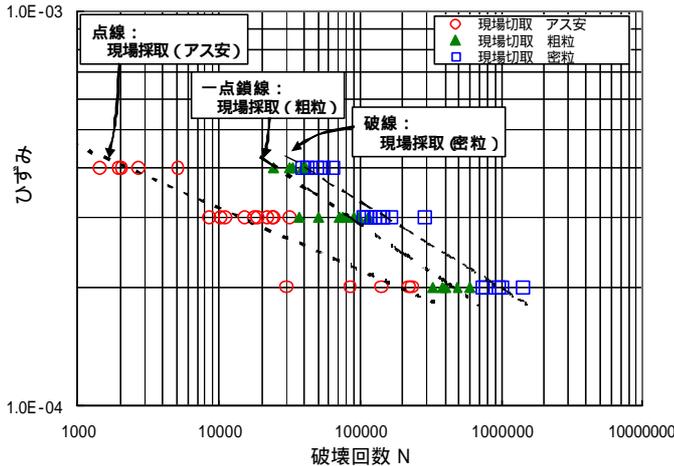


図 - 3 平均値の差の検定結果

表 - 4 破壊回数頻度分布の正規性検定結果

検定手法	正規分布への適合度検定 (両側) 有意水準 $\alpha=5\%$
検定手法	Kolmogorov-Smirnov
アス安定処理	$p=0.991 > \alpha=0.05$ 適合する
粗粒度アスコン	$p=0.931 > \alpha=0.05$ 適合する
密粒度アスコン	$p=0.316 > \alpha=0.05$ 適合する

p :有意確率、 α :有意水準

表 - 3 破壊回数の基本統計量集計表

試験ひずみ	安定処理	粗粒	密粒	
200 μ	破壊回数平均	142,148	440,630	978,047
	標準偏差	86189	104742	270324
	変動係数(%)	60.6	23.8	27.6
	データ数	5	5	5
300 μ	破壊回数平均	18,478	80,031	146,642
	標準偏差	7,414	24,857	51,049
	変動係数(%)	40.1	31.1	34.8
	データ数	10	10	10
400 μ	破壊回数平均	2,669	33,910	50,078
	標準偏差	1,480	6,521	10,056
	変動係数(%)	55.5	19.2	20.1
	データ数	5	5	5

表 - 5 300 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) 有意水準 $\alpha=1\%$
検定手法	t検定 (Welch)
アス安定処理と粗粒度アスコンの差	$p=1.49 \times 10^{-5} < \alpha=0.01$ 差がないとはいえない
粗粒度アスコンと密粒度アスコンの差	$p=2.61 \times 10^{-3} < \alpha=0.01$ 差がないとはいえない
アス安定処理と密粒度アスコンの差	$p=2.01 \times 10^{-5} < \alpha=0.01$ 差がないとはいえない

p :有意確率、 α :有意水準

3.2 現場採取と室内作成供試体の比較

上述した図に、既報告における室内作成供試体の回帰式¹⁾をプロットしたものを図-5に示す。現場採取供試体による試験から得られた回帰式は、室内作成供試体による回帰式と破壊回数自体や式の傾きに違いがあるが、概ね似たものとなっている。

また、300 μ の試験における現場採取と室内作成の破壊回数平均値を比較した結果を表-5に示す。同じ混合物種の破壊回数を比較すると、現場採取供試体の値が室内作成の値に比べて約1.5倍大きな値となっており、現場供試体が若干高い疲労抵抗性を示す傾向にある。異なる混合物種の破壊回数を比較すると、アス安の疲労破壊回数が最も少なく、安定処理を1としたときの比率は、粗アスは約4倍、密粒は約7倍であり、現場採取と室内作成はほぼ同じ比率を示している。

現場の混合物の疲労破壊特性は、室内作成供試体に対する試験結果から得られるものと大きく異なるものではなく、同様の傾向を示すと評価できる。

4. まとめ

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転圧方法などが異なるものの、疲労破壊特性は大きく異なるものではなく、同様の傾向を示すことが確認できた。曲げ疲労試験から得られる結果の活用に関して有益な知見が得られたと考えられる。

<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
- 石谷ほか：美々新試験道路におけるアスファルト舗装のパフォーマンスに関する研究，土木学会論文集No.564，-35, pp.265-276, 1997.5

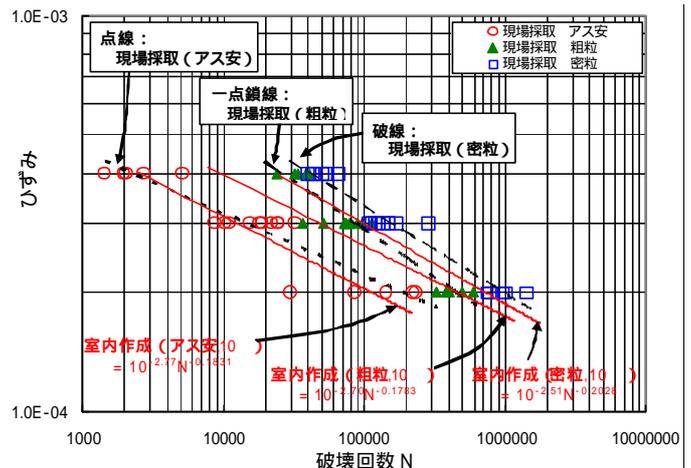


図 - 5 破壊基準式の比較

表 - 6 300 μ の時の破壊回数平均値の比較

混合物種	現場採取供試体		室内作成供試体		破壊回数の比 (現場/室内)
	破壊回数	比率	破壊回数	比率	
安定処理	18,478	1	12,600	1	1.5
粗アス	80,031	4.3	54,785	4.3	1.5
密粒	146,642	7.9	96,563	7.7	1.5