

HMS 路盤材の締固め時の含水比がレジリエント特性に及ぼす影響について

神戸大学大学院

関西空港 (株)

神戸大学都市安全研究センター

学生員 ○木村 裕行

正会員 宮原 哲平

正会員 吉田 信之

1. 序論

舗装の構造解析を行う上で、舗装材料のレジリエント特性を把握することは大変重要であり、これまで著者らは HMS (水硬性粒度調整鉄鋼スラグ) 路盤材のレジリエント特性について検討してきた。本報では、締固め度が同じで異なる含水比で作製した供試体の繰返し三軸圧縮試験で求めたレジリエントモジュラス (以下 M_r と称す) とレジリエントポアソン比 (以下 ν_r と称す) について報告する。

2. 試料および試験概要

試験に用いた HMS 試料の締固め特性を表-1 に、粒径加積曲線を図-1 に示す。供試体は、直径 100mm、高さ 200mm で、異なる含水比 (10.3, 13.3, 16.3, 19.3%) の試料を締固め度 95% になるよう調節して締固め、所定期間 (0, 28 日) 密封養生した。

三軸試験装置は既報¹⁾と同じものであり、側方変位の測定も既報¹⁾と同様にリング型変位計を用いて供試体の中心部で行った。また、繰返し載荷試験も既報¹⁾と同様に載荷時間 0.4 秒、除荷時間 1.2 秒のハーバーサイン波で図-2 の載荷応力経路に従って行った。試験は、供試体作成条件毎に 3 本の供試体で行った。

3. 試験結果および考察

(1) レジリエントモジュラス M_r

結果の一例として、図-3, 4 に 0 日および 28 日養生供試体についての偏差応力 0.088MPa 一定時の M_r と平均有効主応力の関係を示す。図-5, 6 に 0 日および 28 日養生供試体についての平均有効主応力 0.157MPa 一定時の M_r と偏差応力の関係を示す。 M_r の値は HMS の硬化が進行している 28 日養生の方が大きく、0, 28 日養生ともに含水比が低いほど大きくなる傾向にある。

M_r は含水比の大小に係わらず、過去の試験結果と同様に平均有効主応力の増加、偏差応力の減少とともに大きくなる傾向が見られる。同一の応力条件での含水比に対する M_r の変化量は 28 日養生のほうが大きくなっ

表-1 HMS の締固め特性

締固め特性	HMS
最適含水比 w_{opt} (%)	13.3
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	2.26
比重	3.54

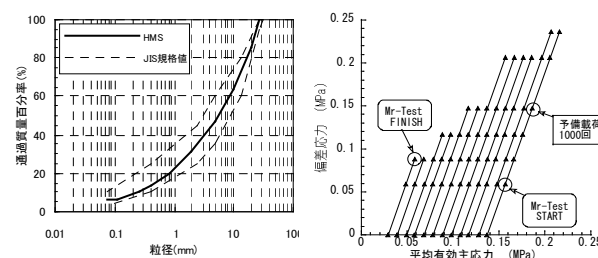


図-1 粒径加積曲線

図-2 応力経路

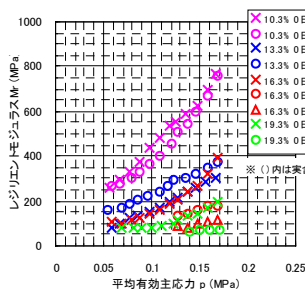


図-3 レジリエントモジュラス—平均有効主応力の関係 (0 日養生)

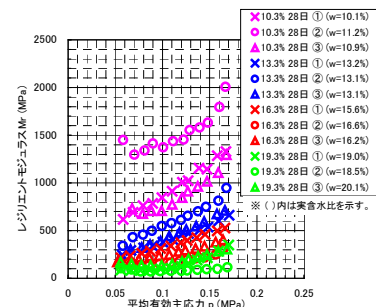


図-4 レジリエントモジュラス—平均有効主応力の関係 (28 日養生)

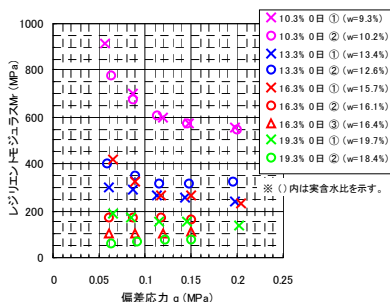


図-5 レジリエントモジュラス—偏差応力の関係 (0 日養生)

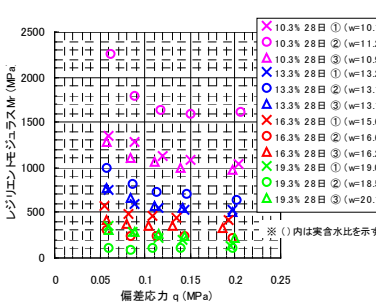


図-6 レジリエントモジュラス—偏差応力の関係 (28 日養生)

キーワード レジリエントモジュラス, レジリエントポアソン比, 含水比, HMS, 繰返し三軸圧縮試験
連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学都市安全研究センター TEL078-803-6437

ている。さらに、養生日数が同じ場合、例えば 28 日養生では偏差応力 0.088MPa 一定時で平均有効主応力 0.058MPa から 0.167MPa への増加に伴う M_r の増分は、含水比が低い方から順に約 700MPa, 450MPa, 300MPa, 200MPa である。平均有効主応力 0.157MPa 一定時で偏差応力 0.058MPa から 0.206MPa への増加に伴う M_r の減少分は、含水比が低い方から順に約 400MPa, 300MPa, 150MPa, 100MPa であり、含水比が低いほど応力依存性が強くなっている。

ところで、各含水比条件について原則 3 本の供試体で試験を行ったが養生日数が長くなると供試体間の差が大きくなる場合が見られる。全ての供試体で初期乾燥密度は同じであったことから、粒子構造の違いが水硬性の発現に影響を及ぼしたとも考えられるが、長期養生の結果を待って再検討したい。

(2) レジリエントポアソン比 ν_r

結果の一例として、図-7 に偏差応力 0.088MPa 一定時の ν_r と平均有効主応力、図-8 に平均有効主応力 0.157MPa 一定時の ν_r と偏差応力の関係である。図-7, 8 とともに 28 日養生の結果である。 ν_r は高含水比 (16.3, 19.3%) で、過去の結果と同様に平均有効主応力の増加、偏差応力の減少とともに小さくなる傾向が見られる。また、ここには示さないが、0 日養生の場合でも含水比によらず同様の傾向が認められた。28 日養生では、含水比 10.3, 13.3% で ν_r は平均有効主応力および偏差応力に係わらずほぼ一定値をとっており、応力依存性が弱くなって消失していることが分かる¹⁾。

図-9, 10 に偏差応力が 0.088MPa 一定時での各平均有効主応力の ν_r と含水比の関係を示す。図-9 が 0 日養生、図-10 が 28 日養生である。HMS の硬化が進行している 28 日養生では含水比の増加に伴い、 ν_r が増加する傾向が見られる。一方、0 日養生では最適含水比付近を境に、含水比が変化するとその増減に係わらず ν_r は増加する結果となった。これは、含水比の低下に伴い鉛直変位、側方変位ともに減少するが、側方変位は最適含水比付近を越えるとあまり変化しないからである。 ν_r と含水比の関係についても今後調査を続けて行く予定である。

4. 結論

本報では、同じ締固め度で含水比の異なる供試体の M_r および ν_r について調べた。その結果、含水比が高くなると M_r は小さくなり、平均有効主応力および偏差応力への応力依存性が弱まる傾向があることなどが分かった。 ν_r は HMS が硬化すると含水比が低いほど小さく、応力依存性は弱くなって消失する傾向にあることが分かった。ただし、0 日養生で、 ν_r は含水比が最適含水比より低くなっても高くなっても大きくなる結果となった。なお、長期養生の場合の初期含水比が M_r および ν_r に及ぼす影響についても試験を引き続き行って明らかにしたいと考えている。

最後に、今回試験に使用した HMS は神鋼スラグ製品より提供いただいたものであり、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1) 杉田他：繰返し三軸圧縮試験による HMS 路盤材のレジリエントポアソン比について、土木学会平成 18 年度関西支部年次学術講演会公演概要集，pp. V-1-1～V-1-2，2006。

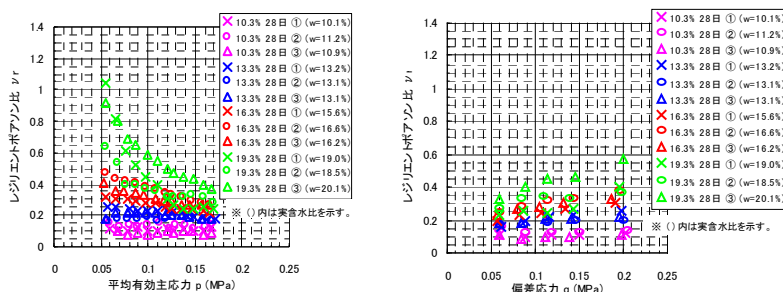


図-7 レジリエントポアソン比—平均有効主応力の関係 (28 日養生) 図-8 レジリエントポアソン比—偏差応力の関係 (28 日養生)

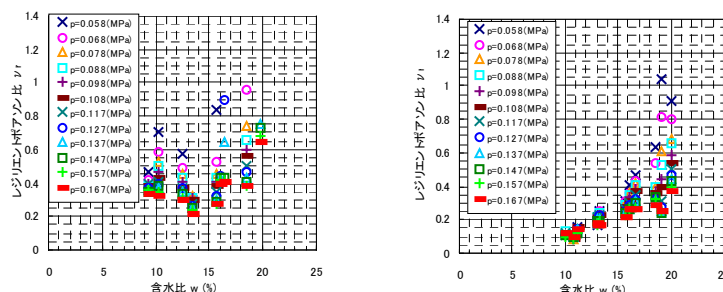


図-9 レジリエントポアソン比—含水比の関係 (0 日養生) 図-10 レジリエントポアソン比—含水比の関係 (28 日養生)