

1. はじめに

アスファルト舗装のわだち掘れを評価するためには、それに占めるアスファルト混合物層の塑性流動分の大小に係わらず舗装を構成する全層の塑性変形特性を把握する必要がある。本研究では、長期繰返し三軸圧縮試験を行って未硬化状態のHMS路盤材の塑性変形について検討した。

2. 試験概要

試験に用いたHMS（水硬性粒度調整鉄鋼スラグ）は神鋼スラグ製品から入手したJIS A 5015を満足する路盤材である。試料の比重は3.538であり、最適含水比および最大乾燥密度はそれぞれ13.3%、 2.26g/cm^3 である。供試体は直径100mm、高さ200mmであり、最適含水比に調整した試料（20mm以上を除外した尖頭粒度）を締固め度95%になるように突き固めて供試体の作製を行った。本試験では養生の影響を排除するために供試体作製後養生せず未硬化状態で試験に供した。

三軸試験装置および試験方法は、軸荷重載荷方式を空圧制御から油圧制御に変更したこと以外は、ほぼ既報¹⁾と同じである。軸方向変位は、**図-1**に示すように微小域については非接触型変位計で、中～大変形域では三軸セル外のLVDTで計測した。試験は、所定の有効拘束圧で圧密したのち繰返し載荷を行なうものである。繰返し載荷は、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**の応力経路に従って行なった。なお、**図中**には既報のレジリエントモジュラス試験で採用している応力経路¹⁾及びJGS0524-2000に従って圧密排水三軸圧縮試験から求めた破壊基準線も示している。繰返し載荷応力は**図中**の3点(①, ②, ③)である。ここで、①, ②, ③の初期有効拘束圧はそれぞれ0.137MPa, 0.137MPa, 0.029MPaであり、繰返し偏差応力はそれぞれ0.236MPa, 0.059MPa, 0.059MPaである。繰返し載荷中に破壊が生じない限り全て10万回まで載荷した。以下、ひずみはすべて軸ひずみのことである。

3. 試験結果と考察

(1) ひずみ-載荷回数の関係

今回の応力条件で生じた軸変位量は非接触型変位計の計測範囲内に収まったため、以下では全て非接触型変位計による軸変位に基づいた軸ひずみを示す。**図-3**に累積塑性ひずみと載荷回数の関係を示し、**図-4**には載荷回数10,000回までを拡大した**図**を示す。累積塑性ひずみは、載荷回数の増加に伴い増加する傾向が見られる。**図-4**より、応力条件①, ③では、載荷回数5,000回までに最終ひずみの80%以上が生じており、載荷回数70,000回程度で一定値に収束する傾向にある。一方、応力条件②の累積塑性ひずみの増加傾向は、**図**では分かりにくいですが載荷回数1,000回で最終ひずみの80%以上が生じており、載荷回数2,000回で収束する傾向にある。累積塑性ひずみの大小について

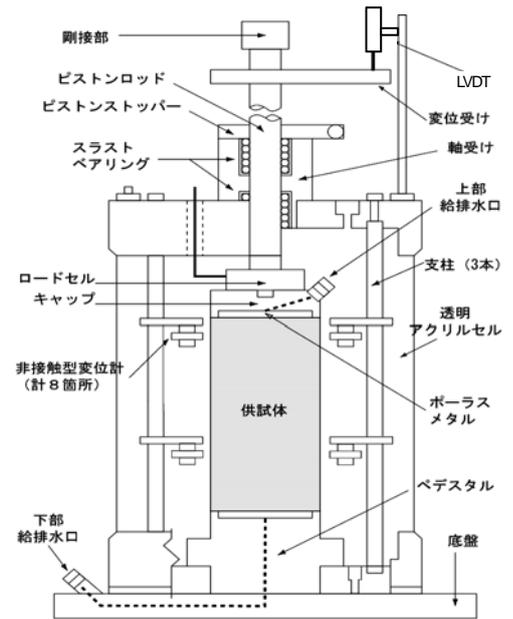


図-1 三軸セルの概略図

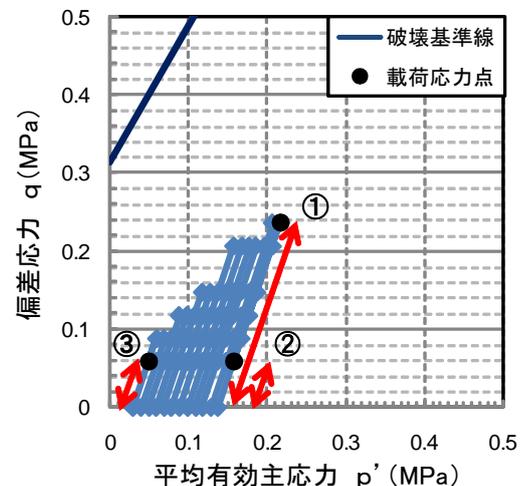


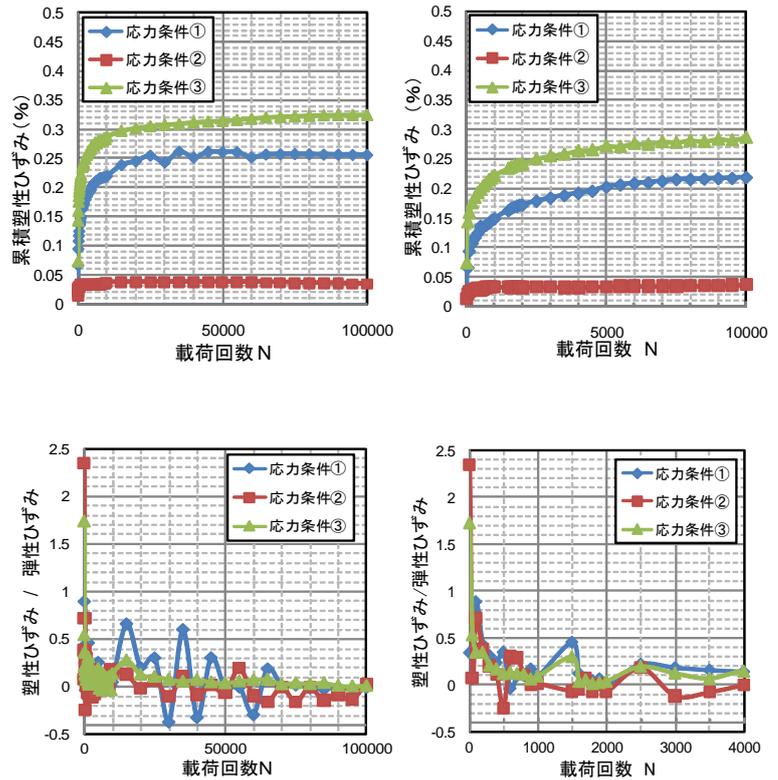
図-2 応力経路と載荷応力点

は応力条件③, ①, ②の順に小さくなっている。ちなみに, 載荷回数 5,000 回時の値はそれぞれ 0.272%, 0.203%, 0.0336%である。

次に, 各繰返し載荷時に生じる塑性ひずみと弾性ひずみの比, すなわち塑性/弾性ひずみと載荷回数の関係を図-5 に, 載荷回数 4,000 回までの拡大図を図-6 に示す。図-5 より, 塑性/弾性ひずみは, 載荷回数の増加とともに減少する傾向にある。載荷初期では比較的大きな塑性ひずみが生じているが(図-6), 載荷回数の増加に伴い塑性/弾性ひずみは小さくなり, 50,000 回を越えるとほぼゼロになっていることがわかる。つまり, 1 載荷当りに生ずる塑性ひずみがほとんどなく弾性ひずみの割合が大きい状態であるということがわかる。また, 載荷回数 5,000 回での塑性ひずみ/弾性ひずみは, 応力条件①, ②, ③で 0.258, 0.0155, 0.183 と応力条件①が最も大きく応力条件②が最小である。

(2)ひずみ-応力比 (q/p') の関係

今回は3つの応力条件①, ②, ③でのみ試験を行ったが, それぞれの応力比(q/p')は 1.094, 0.377, 1.212 である。そこで, 図-7 に代表的な載荷回数の時に生じた累積塑性ひずみと応力比の関係を示す。図より, 載荷回数の多少に係わらず応力比の増加とともに累積塑性ひずみが増加する傾向が見られる。また, 試験した応力比の数には制約はあるものの, 累積塑性ひずみの増加は, 載荷回数が少ない場合は応力比が 1.094~1.212 間で急増する傾向にあるが, 載荷回数 50,000 回以上になると応力比が 0.377~1.212 間で直線的に増加する傾向へと変化することが分かる。また, 応力比 1.094~1.212 間では載荷回数に係わらず応力比に対する累積塑性ひずみの増加率は, 0.00553 とほぼ一定になっている。

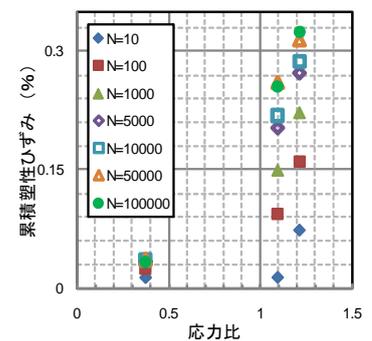


4. おわりに

本報では, 繰返し載荷による未硬化状態の HMS 締固め供試体の塑性変形特性について調べた。累積塑性ひずみは載荷回数とともに増加するが載荷回数 5,000 回で最終ひずみの 80%以上が生じ, 70,000 回程度で収束する傾向にあること, また 1 載荷当りの塑性ひずみと弾性ひずみの比は載荷回数とともに減少し載荷回数 50,000 回以上でほぼゼロと見做せること, 累積塑性ひずみは応力比の増加とともに大きくなることなどがわかった。

今後, 養生期間を変えた供試体を用いてより広範囲の応力比で試験を行い, 累積塑性ひずみと応力比の関係を調べていく予定である。

最後に, 今回試験に使用した HMS は神鋼スラグ製品(株)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.