

水硬性粒度調整スラグ路盤材の復元変形係数に関する一考察

神戸大学大学院

神戸大学大学院

神戸大学都市安全研究センター

学生会員 ○中村大史

学生会員 杉迫泰成

正会員 吉田信之

1. 序論

AASHTO試験法に準じた繰返し三軸圧縮試験を実施して、水硬性粒度調整スラグ路盤材（以降、HMS路盤材と略す）の復元変形係数を算定した。本報では、軸変位の測定精度が復元変形係数の値に及ぼす影響や著者らがこれまで採用してきた载荷条件での結果との比較について述べる。

2. 試料及び試験概要

試料は、容易に入手可能なHMS路盤材で、比重3.09、最適含水比11.57%、最大乾燥密度 2.26g/cm^3 である。供試体は、まず、最適含水比に調整した試料を直径100mm・高さ200mm供試体用の二つ割りモールドに5層に分け入れ4.5kgランマーで突き固めた。次に、含水比が変化しないように密封した後、49Nの上载荷重を加えて所定の期間養生した。試験直前に脱型し端面成形して試験に供した。

図-1、2に繰返し三軸圧縮試験装置及び三軸セルを示す。繰返し軸荷重は、所定の繰返し载荷波形をファンクションシンセサイザーで設定しサーボアンプを介して電空変換器によって圧縮空気圧を制御して複動式ペロフラムシリンダーを作動させて負荷するものである。供試体の軸変位及び载荷重は、三軸セル内の非接触型変位計とロードセルで計測する。なお、従来と同様にセル外の载荷ロードに取り付けたLVDTでも軸変位を計測している。

载荷試験は、AASHTO試験法(T 292-91)¹⁾に準じて実施した。応力条件を表-1に、応力経路を図-3に示す。また、繰返し载荷は、装置の性能を踏まえて、载荷時間0.4秒、除荷時間1.2秒のハーバーサイン波とした。

3. 試験結果及び考察

図-4に一例として偏差応力0.088MPaの場合の復元変形係数と平均主応力の関係を示す。非接触型変位計による結果である。なお、図中の線は後述の回帰線である。図から、復元変形係数は平均主応力の増加に伴い増加する傾向がある。図-5は、平均主応力0.157MPaの場合の復元変形係数と偏差応力の関係であるが、偏差応力の増加とともに復元変形係数が減少することがわかる。ここでは示さないが、他の応力条件でも同じ傾向が認められた。また、養生日数が長くなるほど、水硬性が発揮されることにより復元変形係数が大きくなることわかる。得られた復元変形係数 M_r (MPa)を過去の研究と同様に次式で表

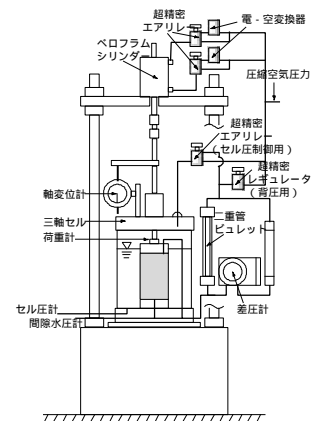


図-1 繰返し三軸圧縮試験装置

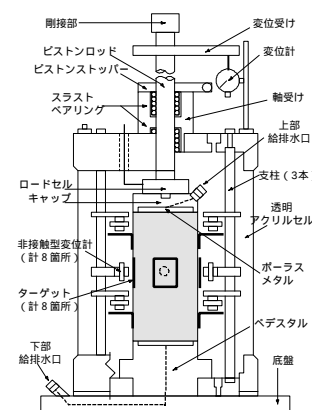


図-2 三軸セル

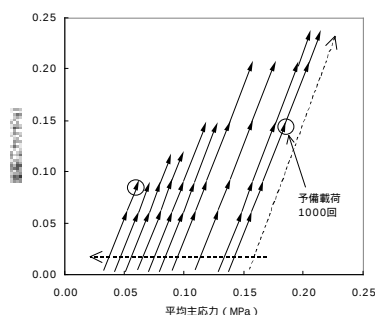


図-3 载荷応力経路

Key Words: 繰返し三軸圧縮試験, 復元変形係数, 微小ひずみ, 水硬性粒度調整スラグ, 路盤材

連絡先: 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, 078-803-6031, 078-803-6394

表-1 応力条件

予備荷重	拘束圧(MPa)	偏差応力 (MPa)	載荷回数 (回)
	0.137	0.147	1000
Mr試験	0.137	0.059	50
		0.088	50
		0.147	50
		0.206	50
	0.128	0.236	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.147	50
	0.108	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.147	50
	0.088	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.147	50
	0.078	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.147	50
	0.068	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.147	50
	0.058	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.117	50
	0.049	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.117	50
	0.039	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.059	50
	0.029	0.206	50
		0.059	50
		0.088	50
		0.088	50

表-2 試験結果

養生期間	非接触型変位計				ダイヤルゲージ			
	K	M	N	R2	K	M	N	R2
0日-No1	1564	0.774	0.163	0.922	859	0.798	0.188	0.970
0日-No2	4577	1.406	0.313	0.908	2655	1.521	0.374	0.953
15日-No1	3128	0.691	0.236	0.864	1334	0.801	0.231	0.989
15日-No2	5755	1.198	0.405	0.950	2224	1.152	0.215	0.975
30日-No1	3171	0.699	0.331	0.796	990	0.544	0.023	0.988
30日-No2	4661	0.575	0.235	0.788	2265	1.011	0.133	0.941
90日-No1	5742	0.712	0.403	0.797	1278	0.645	0.080	0.949
90日-No2	14077	0.813	0.360	0.817	1461	0.834	0.277	0.986

し、実験定数を重線形回帰分析で求めると表-2となる。

$$Mr = K \frac{p^M}{q^N} \quad \text{ここで, } p \text{ は平均主応力}$$

(MPa), q は偏差応力 (MPa), K, M, N は実験定数

さて、表-2には外部LVDTの計測結果に基づいて算定した復元変形係数の値も載せている

が、外部LVDTと非接触型変位計から求めた復元変形係数にはかなりの差が認められ、外部LVDTによる復元変形係数の方がかなり小さい値となっている。これは、外部計測では、供試体上下端部の緩み層やベディングエラーの影響により供試体の軸変位を過大評価することに起因していると考えられる。ところで、上述のようなHMSの復元変形係数の応力依存性は過去の実験結果²⁾でも確認しているが、復元変形係数の値はかなり異なっている。ここでは示さないが、

過去の値の方がかなり小さく、今回の外部LVDTから求めた復元変形係数の値とほぼ同等の値である。

次に、図-6は著者らが従来から採用している載荷経路²⁾で行なった結果の一例³⁾であるが、図-4と比較すると、データ数が少なく断定することはできないが、AASHTO法によるものとほぼ同じオーダーの復元変形係数になっている。

4. 結論

水硬性粒度調整スラグ路盤材の復元変形係数は、従来の実験結果と同様に、平均主応力及び偏差応力の両方に依存すること及び養生期間とともに水硬性が発揮されるため大きくなることが確認された。また、著者らがこれまで採用してきた載荷条件とAASHTO法で算定された復元変形係数はほぼ同じオーダーの値であることが示唆された。ただし、従来の外部LVDT計測結果から算定した復元変形係数は、供試体側面での非接触型変位計の結果から算定した値よりもかなり小さい値になることがわかった。

<参考文献>

1) AASHTO: Standard test method for Resilient modulus of subgrade soils and untreated base/subbase materials, Standard Spec. for Trans. Mat. Meth. Samp. Test., Part II, AASHTO, 1057-1071, 1998. 2) Nishi, M. et al.: Deformational characteristics of iron and steel slags and crushed stone as base-course materials, Pre-failure of Deformation of Geomaterials, Vol.1, pp. 287-292, 1994. 3) 杉迫・中村・吉田：繰返し三軸圧縮試験に基づく水硬性粒度調整スラグ路盤材の復元変形係数の再評価 第37回地盤工学研究発表会，2002（投稿中）。

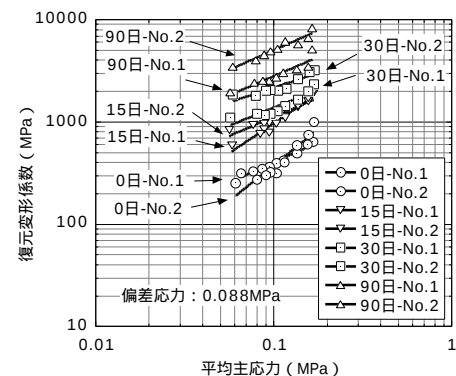


図-4 復元変形係数と平均主応力の関係

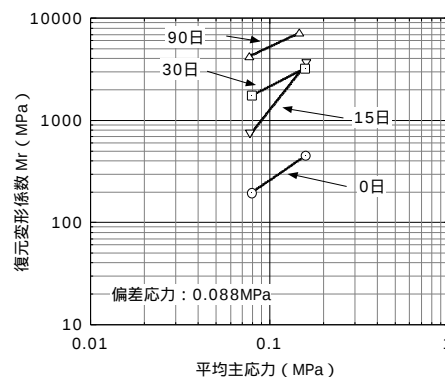


図-6 復元変形係数と平均主応力の関係

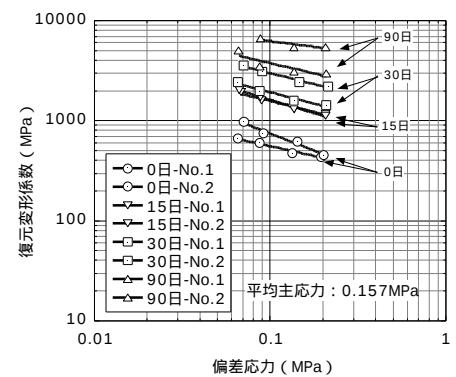


図-5 復元変形係数と偏差応力の関係