

V-76

コンパクショングラウチングによる路床支持力の増強効果に関する基礎的研究

日本舗道技術研究所 正会員 尾本 志展
同上 正会員 溝渕 優

1. まえがき

補修を要する舗装が年々増加するに伴い、舗装発生材の処分や工事渋滞あるいは沿道環境の悪化など補修工事による弊害が深刻化してきている。このため、長寿命化舗装技術の構築が今日求められてきている。こうした舗装の長寿命化に対しては、現行設計法¹⁾におけるT₂式や路床構築の考え方からみて判るように、路床を強化することが非常に有効であると言える。しかし、在来路床を改良する場合、安定処理工法などの従来工法では舗装の打換えを伴うため、その弊害は依然として解消されない。

そこで、本研究は、新たな既設路床の改良工法として、コンパクショングラウチング工法²⁾を利用した方法（低スランプのグラウチング材を路床内に圧入してその柱体による土の締固め効果と支持杭効果とにより現位置で直接路床を強化する方法）を考え、室内実験により注入可能量や土の締固め効果（CBRやM_rの増強範囲と程度）について検討を行ってみた。本報文は、これらの検討結果を報告するものである。

2. 実験概要

圧入実験は、図-1に示すような寸法の供試体を使用し、CBRの異なる関東ローム（含水比や締固めエネルギーなどで略2, 3, 4, 6に調整）を対象に行った。

グラウチング材は、図-1に示すように、供試体の上部と側方を十分拘束した後、油圧装置により供試体の角から圧入した。圧入後は、同図に示す装置で圧入点から10cm間隔でCBRを測定し、その後当該材の圧入量（容積）を調べた。なお、CBRが略2と4の供試体では、CBR測定後、供試体からレジリエントモデュラス(M_r)試験用の試料(φ7.5cm、高さ15cm)を20cm間隔で2個ずつ採取し、繰返し三軸圧縮試験装置により表-1の試験条件でM_rを測定した。

3. 実験結果および考察

表-2は、実験での圧入量と当該量をもとに換算した、1m長あたりの圧入量ならびに圧入半径を示したものである。同表より、圧入前のCBRが小さいほど、グラウチング材は圧入されやすく、その結果形成される柱体も大きくなることがわかる。

なお、当該CBRが略3の場合の1m換算圧入量は、以前同一CBRの関東ローム層に対して行った現場実験³⁾の結果(315ℓ/㎡)と概ね一致していた。このことから、注入可能量や形成される柱体の大きさは、本実験方法により概ね推定可能であると判断される。

図-2は、圧入後のCBRとグラウチング材端部からの距離（以下ℓ）との関係を示したものである。同図より、設計CBRの区分に従い土の締固め効果を評価すれば、当該効果は、圧入前のCBRが略2と3では約45cmまで、また当該CBRが略4と6では約20cmまで及び、それらの地点のCBRは圧入前のC

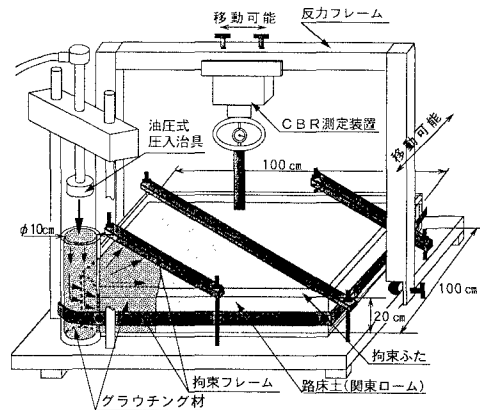


図-1 供試体と圧入実験装置の概要

表-1 レジリエントモデュラス試験における試験条件

予備 載荷	載荷波形	ハーバーサイン波（載荷時間0.1秒、休止時間0.9秒）		
	載荷応力	拘束圧 σ_3 : 0.42 (kgf/cm ²), 偏差応力 σ_1 : 0.28 (kgf/cm ²)		
	載荷回数	1,000回		
本 試 験	載荷波形	予備載荷と同一		
	載荷応力	σ_3 : 0.42 ¹⁾ , 0.21, 0.07 (kgf/cm ²)		
		σ_1 : 0.14, 0.28, 0.42, 0.56, 0.7 (kgf/cm ²)		
	載荷回数	各応力条件で100回		

【注】 $\sigma_3=0.42$ (kgf/cm²)では $\sigma_1=0.14$ (kgf/cm²)の応力条件を省略

表－2 圧入結果

圧入前の C B R (%)	2. 1	3. 1	4. 3	6. 0
実験での圧入量 q (t)	17. 2	13. 5	7. 8	5. 3
1 m 換算圧入量 Q (t/m)	3 5 2	2 7 8	1 6 4	1 1 4
1 m 換算圧入半径 R (cm)	3 3	3 0	2 3	1 9

【注】①圧入長 1 m あたりの換算圧入量 Q (t/m) = $5 \times (4q + 1.57)$
 ②圧入長 1 m あたりの換算圧入半径 R (cm) = $\{(10 \cdot Q) / \pi\}^{1/2}$

B Rよりそれぞれ1ランク上のC B Rにまで増加したことを確認できた。なお、圧入前のC B Rが略3の場合の当該効果は、同図に示したように、前述した現場実験の場合と概ね一致する結果であった。

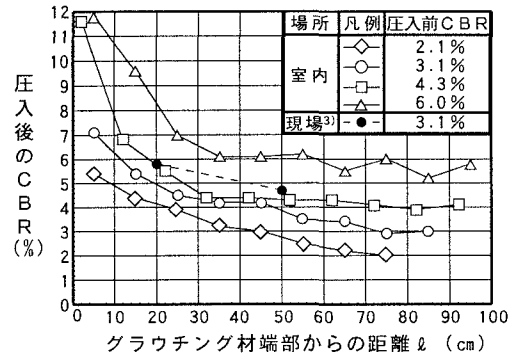
図－3は、レジリエントモデュラス試験で得られた M_r と偏差応力 σ_d の関係の一例（圧入前のC B R略4）を示したものである。同図を見ると、両者の回帰直線は同一位置でも差があるものの、2本の平均でみればグラウチング材に近い（ l が小さい）ものほど当該直線は上側に位置する結果となっている。このことから、C B Rの場合と同様、土の締固め効果により M_r が増大していることが認められた。

そこで、 M_r の増加程度をより明確にみるために、試験条件の σ_d 値に対して個々の回帰直線から M_r を求め、 M_r (2個の平均値) と l の関係を調べてみた。その結果が図－4である。同図を見ると、圧入前のC B Rが略4の場合には、C B R 6まで増加した $l = 20$ cmの位置では、 M_r は圧入前 ($l = 70$ cmの値) よりも300 (kgf/cm²) 程度増大していた。また、当該C B Rが略2の場合には、C B R 3まで増加した $l = 45$ cmの位置では M_r の増加は40 (kgf/cm²) 程度であった。これらの値は、 $M_r = n \text{ C B R}$ ($n = 40 \sim 100$)¹⁾ の関係を踏まえれば、それぞれのC B Rの増分 (+2 と +1) にほぼ対応した増加量とみなせる。以上のことから、 M_r でみても、土の締固め効果は、C B Rが1ランク上にまで増加した地点まで及んでいることを確認できた。

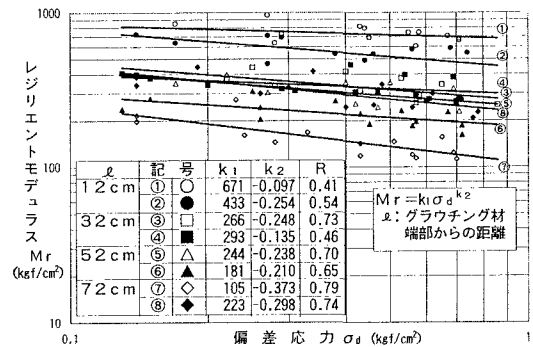
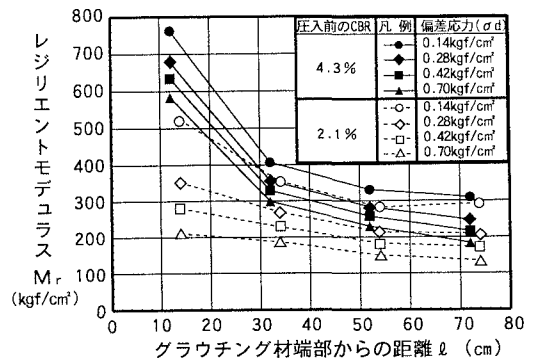
4. あとがき

本実験から、グラウチング材の圧入により、C B Rが2から6の関東ロームは、ある範囲内において1ランク上のC B Rにまで増強され (C, D交通なら T_A で2～6 cm増に相当)、また M_r もそれに応じて増大することを確認できた。したがって、コンパクショングラウチング工法により、大量の舗装発生材を出さずに既設舗装の長寿命化を図ることは可能であるとみなせた。今後は、適用可能な路床条件 (路床土の強さと種類) や圧入間隔などを決定するための設計法などについて検討を行っていく予定である。

【参考文献】1) (社) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱(1992) 2) 秋山他：コンパクショングラウチングによる建物の不同沈下修正、建築防災 (1995. 9) 3) 尾本他：コンパクショングラウチングによる路床支持力の増強効果に関する研究、第21回道路学会議論文集 (1995. 10)



図－2 圧入後のC B Rとグラウチング材端部からの距離との関係


 図－3 M_r の測定結果例 (圧入前のC B R=4. 3)

 図－4 M_r とグラウチング材端部からの距離との関係