

膨張促硬性固粒体の安定処理効果について

東北工業大学 正 員 伊藤 孝男

” ” 今楚 辰郎

” 学生員〇 堀 明洋

1, まえがき

不良土と称される軟弱土の土質改良法に、セメントと生石灰安定処理があり、これらについては、種々の研究がなされ、その有効性が確かめられている。本報告はセメント、生石灰の複合系の土質安定処理材である膨張促硬性固粒体（以後QCBと称す）によって、砂質ローム系の土を処理し、その物理、力学性状の変化を調べるとともに、現場において路盤の安定処理の試験舗装（L交通）を実施し、室内試験、および、現場試験結果をもとに、舗装厚設計理論に基づき、安定処理効果の検討を行なったものである。

2, 室内試験

(2-1) 供試体の作製

- ①試料土は、仙台市中山団地の市道より採取した砂質粘土ローム（自然含水比状態）を使用した。
- ②安定処理材は、QCBを用い、試料土の乾燥重量に対し、添加量を0%、6%、10%として、それらの物理、力学性状を調べた。
- ③最適含水比付近の試料土に対し、セメント、生石灰、QCB処理土の一軸圧縮強度の比較を行なった。
- ④試料土の調整、および、供試体の作製は、土質工学会基準案「安定処理土の試験方法」に従った。

(2-2) 試験結果

市道3路線より採取した土（No 1、No 2、No 3）に対する、未処理土、QCB処理土（6、10%）の一軸圧縮強度の結果、添加量0%では約0.9kgf/cm²、6%添加で約8.5kgf/cm²、10%添加で約13.7kgf/cm²と0%に対して9~15倍程度の強度を発現する（表-1、図-1）。さらに、試料土No 2についての物理、力学試験結果より、物理性状の改良効果が示され、CBR値は未処理土で4.0あるが、6%で

表-1 QCB安定処理土の試験結果一覧

		No 1	No 2	No 3
未処理土	含水比 W%	32.77	36.33	32.57
	湿潤密度 γ_{tg}/cm^3	1.84	1.83	1.85
	一軸圧縮 q_{ukgf}/cm^2	0.494	0.991	1.175
QCB 6% 処理土	含水比 W%	24.20	28.91	26.53
	湿潤密度 γ_{tg}/cm^3	1.84	1.80	1.76
	一軸圧縮 q_{ukgf}/cm^2	7.586	8.611	9.254
QCB 10% 処理土	含水比 W%	23.05	24.26	22.97
	湿潤密度 γ_{tg}/cm^3	1.81	1.81	1.80
	一軸圧縮 q_{ukgf}/cm^2	13.439	14.211	13.308

注：自然含水比状態の土にQCBを添加した。

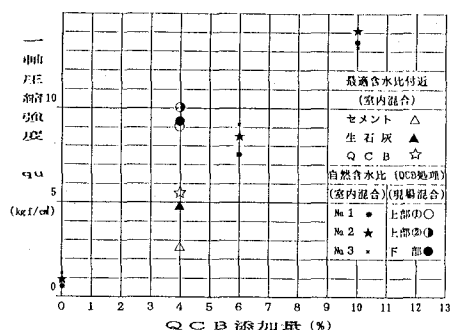
（一次混合後、約2時間後に二次混合し、供試体を作成、6日湿潤、1日水浸養生）

表-2 QCB安定処理（室内試験結果）

		QCB 0%	QCB 6%	QCB 10%
初期含水比 $W_0\%$		33.88	26.55	23.43
土粒子の比重 G_s		2.612	2.660	2.662
粒 度 特 性	砂 %	52.0	89.0	91.0
	シルト %	22.0	8.0	6.0
	粘土 %	26.0	3.0	3.0
	10%粒径 mm	—	0.070	0.090
	均等係数 U_c	—	8.2	9.0
コ ス テ ン シ ン	液性限界 U_c^*	—	1.8	1.7
	塑性限界 $WL\%$	53.3	42.0	40.0
	塑性限界 $WP\%$	22.8	28.6	31.1
	塑性指数 IP	30.5	13.4	8.9
	一軸圧縮密度 γ_{tg}/cm^3	1.84	1.80	1.81
軸 圧 縮	乾燥密度 $\gamma_d/t/m^3$	1.37	1.42	1.47
	圧縮強度 q_{ukgf}/cm^2	0.89	8.48	13.72
	変形係数 E_{1+kgf}/cm^2	47.5	490.4	952.3
	設計CBR %	4.0	108.2	144.3

注：現場採取試料土 No 2 についての結果

図-1 添加量～一軸圧縮強度



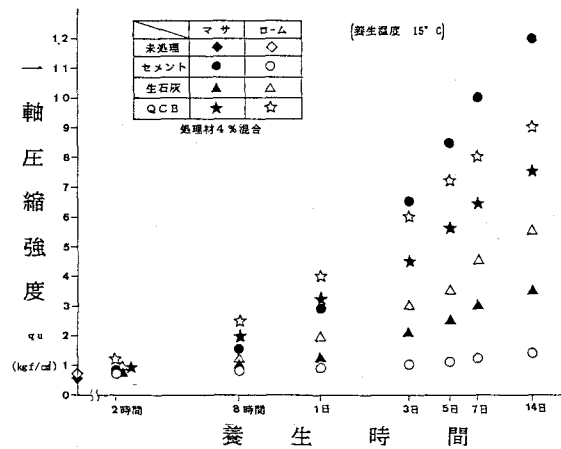
は108、10%では144と添加量の増加とともにCBRが漸増している（表-2）。また、参考のために養生時間と一軸圧縮強度の関係を図-2に示した。QCB処理土は、初期強度が早期に現れ、セメント、生石灰の複合系処理材の特徴が示されている。

3. 現場試験

(3-1) 施工

現場の混合方法は、QCB4%を道路全面に撒布しスタビライザーで一次混合、約2時間後に二次混合し、振動ローラ（2.5t）にて4回転圧後、グレーダーにより表層の整成を行なった。

図-2 養生時間～一軸圧縮強度



(3-2) 改良効果

現場混合土に対する物理、力学試験の結果は表-3、施工1週後の改良路盤に対する平板載荷試験の結果を表-4に示した。

4. あとがき

当地区の交通量をL交通と見なし、室内、現場試験の結果を基に、当道路の舗装構成の妥当性について検討した。その結果は表-5に示すとおりであり、路盤をQCB4%で安定処理することにより、耐水性が増し、水分の影響による強さの低下を減少させ、路盤の弾性係数を増大し、表面沈下を減少させることができた。なお、処理効果が従来工法に比べ早期に発現するほか、施工性も良好であるが、さらに、現場の追跡調査を継続し、総合的な判断が望まれる。

最後に、試験舗装を行なうに際し、仙台市北道路工事々務所、常盤工業の各位にご協力いただいたことに感謝する。

表-3 QCB安定処理（現場試験結果）

		QCB4%現場混合		
		上部路盤(1)	上部路盤(2)	下部路盤
初期含水比 W_p %		25.02	24.54	24.09
土粒子の比重 G_s		2.621	2.634	2.638
粒 度 特 性	砂 %	88.0	91.0	87.0
	シルト %	10.0	6.0	11.0
	粘土 %	2.0	3.0	2.0
	10% 粒径 d_{10} mm	0.060	0.085	0.055
	均等 係数 U_c	10.7	6.7	12.7
コ ン シ ン テ ン シ ョ ン	曲率 係数 U_c^*	1.8	1.3	1.9
	液性 限界 WL %	44.6	41.6	41.2
	塑性 限界 WP %	32.0	30.8	29.4
	塑性 指数 IP	12.6	10.8	11.8
	液 性 指数 LI	1.80	1.89	1.80
一 軸 圧 縮 強 度	乾 密 度 γ_d t/m³	1.51	1.52	1.53
	湿 密 度 γ_w kg/m³	9.07	10.10	9.17
	乾 密 係数 $E_{s,kg}/cm²$	824.1	922.5	956.8
設計 CBR %		—	170.7	—

注：現場密度に合わせて供試体を作製

表-4 平板載荷試験結果

平板径 (cm)	DELTA (cm)	DELTA (cm)	DELTA (cm)	DELTA (cm)
7.0	0.25350	0.11650	0.13700	904
	0.26050	0.12550	0.13900	918
	0.27350	0.13150	0.14200	873
	0.27750	0.14350	0.13400	925

$$K_{ss} = \frac{E}{1.18 \times 15} \quad \text{より}$$

$$P = 7.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ のとき } E = 905 \text{ kg/cm}^2 \text{ であるので}$$

$$K_{ss} = 51 \text{ kg/cm}^2 \text{ となる。}$$

表-5 舗装厚の設計（路盤改良後）

交通区分はL交通（大型車交通量一方向、100台/日未満）とする。

(1) アスファルト舗装要綱

路床土の設計CBR=4%

交通区分による目標値 $T_A = 1.4$ cm、合計厚 $H = 3.5$ cm

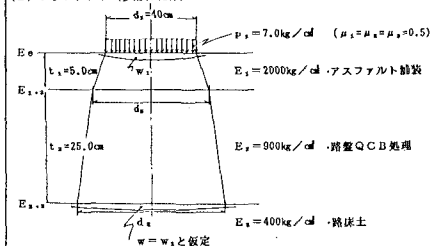
QCB4%安定処理層の等価換算係数（a）を0.4とすると、

$$T_A = 1.0 \times 5 + 0.4 \times 25 = 15 > 14 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$H = 5 + 25 = 30$$

$$\frac{35-30}{35} = \frac{5}{35} = 0.14 < \frac{1}{5} \quad \text{OK}$$

(2) ナッシュメント（多層弾性体）



計算を繰り返して行なう。

$$d_2 = 57.5 \text{ cm となり}$$

$$E = \frac{d_1}{d_2} \times E_2 = \frac{10}{57.5} \times 400 = 575 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{変位式 } w_1 = \frac{(1 - \mu^2) \times d_1}{E} \times \frac{0.75 \times 10}{575} \times P_1 = \frac{P_1}{19.2}$$

$$w_1 = 0.36 \text{ cm}$$

注：たわみ性舗装の場合、CBRの精神から限界沈下量を0.25cm、または、0.50cmとされている。

以上、2方法により解析の結果、当初の目標は達成された。