

三郡変成岩風化土の土工上の問題と土質改良

山口大学工学部
同 上
常盤地下工業㈱
山口大学大学院

正会員
正会員
正会員
学生会員

山本哲朗
鈴木素之
○植野泰史
小山泰正

1. はじめに 山口県内において三郡変成岩風化土が道路工事や宅地造成などの土工材料として利用されている。しかし、三郡変成岩風化土のうちの泥質片岩風化土および塩基性片岩風化土の締固め特性は概ね良好であるが、吸水膨張により軟化して CBR 値が低くなり、何らかの土質改良が必要であることが指摘された^{1)~4)}。本研究では、泥質片岩風化土および塩基性片岩風化土に対してセメント安定処理を施し、CBR 特性の改善度を調べている。

2. 土試料の鉱物組成 図-1 に山口県内の三郡変成岩（狭義の周防変成岩）の分布と土試料採取地点を示す。土試料は宇部市より泥質片岩風化土および塩基性片岩風化土をそれぞれ 1 試料ずつ斜面の表層部より採取した。土の主要構成鉱物を調べるために X 線回折試験を行った結果を表-1 に示す。泥質片岩風化土の粘土鉱物はハロイサイト、メタハロイサイトであり、塩基性片岩風化土の粘土鉱物はメタハロイサイト、パーミキュライト、カオリナイトである。

3. 土試料の物理的性質 表-2 に土試料の諸物理定数を示す。泥質片岩風化土は ML（シルト低液性限界）に、塩基性片岩風化土は MH（シルト高液性限界）に分類された。塩基性片岩風化土の自然含水比は 42% であり、比較的高い含水状態で存在していた。

4. 締固め・CBR 特性 図-2 に泥質片岩風化土および塩基性片岩風化土の締固め試験および CBR 試験（修正 CBR）結果を示す。泥質片岩風化土の締固め特性は最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.834\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 $w_{opt}=13.7\%$ であるのに対して、塩基性片岩風化土は $\rho_{dmax}=1.584\text{g/cm}^3$ 、 $w_{opt}=25.0\%$ であり、塩基性片岩風化土は泥質片岩風化土ほど良く締まらない。また、泥質片岩風化土および塩基性片岩風化土の吸水膨張比 γ_r は 2.68~4.53% と大きく、修正 CBR 値が 2.3~5.4% と非常に小さくなった。

5. 安定処理した土の CBR 特性

5. 1 安定処理の目的と安定材 道路工事における道路盛土において、切土によって発生する建設残土を可能なかぎり有効に利用することは合理的であり、経済的である。そこで、三郡変成岩風化土に対して土質改良を施し、路床および路盤材料としての検討を行った。日本道路公団の材料規定から、路盤材料に必要な修正 CBR は上層路盤 80% 以上、下層路盤 30% 以上であり、路床材料に必要な修正 CBR は上部路床 10% 以上、下部路床 5% 以上である。なお、安定材は普通ポルトランドセメント（OPC）を用いた。



図-1 三郡変成岩（狭義の周防変成岩）の分布図

表-1 X 線回折結果

試料名	主要構成鉱物
泥質片岩風化土	石英，ハロイサイト メタハロイサイト
塩基性片岩風化土	石英，メタハロイサイト， パーミキュライト， カオリナイト，白雲母

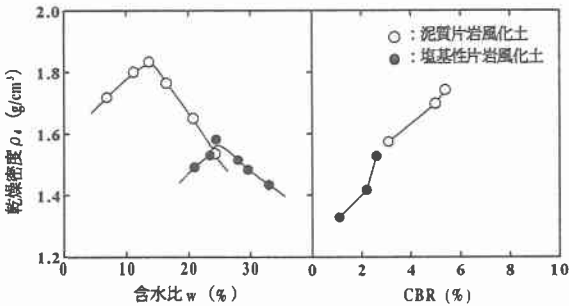


図-2 締固め試験および CBR 試験の結果

表-2 土試料の諸物理的性質

試料名	w_n (%)	ρ_s (g/cm^3)	U_c	D_{max} (mm)	D_{50} (mm)	F_c (%)	F_{clay} (%)	w_L (%)	w_p (%)	I_p	土質分類
泥質片岩風化土	21.0	2.703	9.8	9.5	0.058	52.0	6.8	37.9	26.0	11.9	ML
塩基性片岩風化土	42.0	2.728	4.6	13.0	0.035	80.7	10.8	52.0	44.0	8.0	MH

Earthwork problem of weathered soils of Sangun metamorphic rock and its improvement : T. Yamamoto, M. Suzuki (Yamaguchi Univ.), H. Ueno(Tokiwa Tika Kogyo Co.), Y. Koyama(Yamaguchi Univ.)

5.2 試験ケース セメント安定処理を伴う施工上、CBR 特性に影響を与える因子として、安定材添加量 Q_c 、初期含水比 w_0 の影響を考慮した。 Q_c の影響を調べるために、 $Q_c=50, 100\text{kg/m}^3$ の 2 通りで CBR 試験を行った。このとき $w_0=w_{opt}$ とした。また、 w_0 の影響を調べるために最適含水比 w_{opt} 、締固め度 90% に対応する含水比（湿潤側） w_{90} の 2 通りで CBR 試験を行った。このとき $Q_c=100\text{kg/m}^3$ とした。

5.3 試験結果 図-3 (a) および (b) にそれぞれ泥質片岩風化土の安定材添加量 Q_c および初期含水比 w_0 と膨張比 γ_e の関係を示す。図中の N は締固め回数を表す。図から、泥質片岩風化土の γ_e は Q_c の増加に伴って著しく減少し、 $Q_c=100\text{kg/m}^3$ のときでは未処理のものと比較して、 γ_e は約 1/10 になっている。また、 w_0 を湿潤側にするとさらに γ_e は減少した。図-4 (a) および (b) に塩基性片岩風化土について同様な図を示す。泥質片岩風化土と似た傾向を示したが、泥質片岩風化土ほどの改良効果は得られなかった。

図-5 (a) および (b) に泥質片岩風化土の乾燥密度 ρ_d と CBR 値の関係を示す。図 5-(b) から、安定材を 100kg/m^3 添加すると下層路盤材料としての修正 CBR30% 以上は十分に得られた。また、締固めによっては上層路盤材料になりえる材料である。路床材料として用いるには $Q_c=50\text{kg/m}^3$ で十分な CBR 値が得られた。 w_0 を最適含水比より湿潤側にとると、 ρ_d が若干減少するが CBR 値はほとんど変化しない。図-6 (a) および (b) に塩基性片岩風化土について同様な図を示す。塩基性片岩風化土も泥質片岩風化土と同様に下層路盤材料としての修正 CBR は十分に得られたが、密度管理に注意する必要がある。路床材料として用いる場合にも密度管理に注意すれば $Q_c=50\text{kg/m}^3$ で十分な CBR 値が得られた。図-6 (b) より、 w_0 を最適含水比より湿潤側にとっても ρ_d および CBR 値にはほとんど影響がなかった。

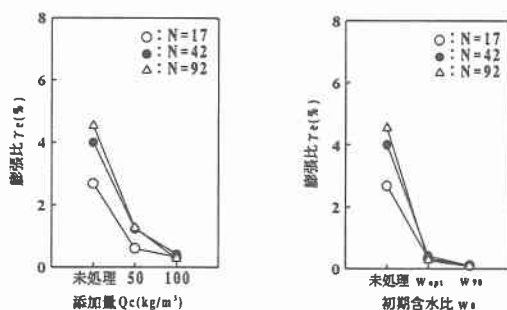
6. まとめ 本研究で得られた知見は以下の通りである。

- 1) 泥質片岩および塩基性片岩の風化土は、セメントを添加することにより膨張比が小さくなり、CBR 値は大幅に増加して、路盤・路床材料としての利用が可能になった。
- 2) 泥質片岩風化土および塩基性片岩風化土の CBR 値はセメントを添加する際の初期含水比にほとんど影響を受けない。

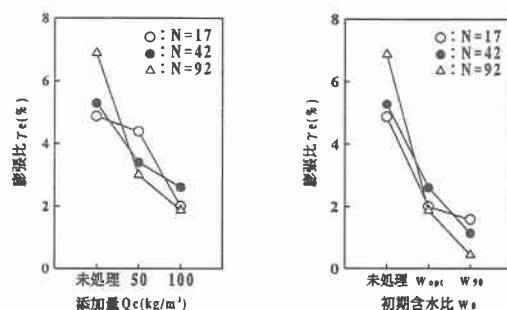
謝辞 本研究を進めるにあたり、土の安定処理に関して多大なご助力をいただいた(株)宇部三菱セメント研究所岡林茂生氏および藤野秀利氏に深く感謝いたします。また、試験の実施にあたり多大なご助力を頂きました、当時山口大学工学部生、現在(株)大林組兵頭英樹氏に深く感謝いたします。

参考文献 1) 瀬原洋一・山本哲朗：山口県西部地域における盛土材の土質工学特性、地盤と建設、Vol.13, No.1, 1995。

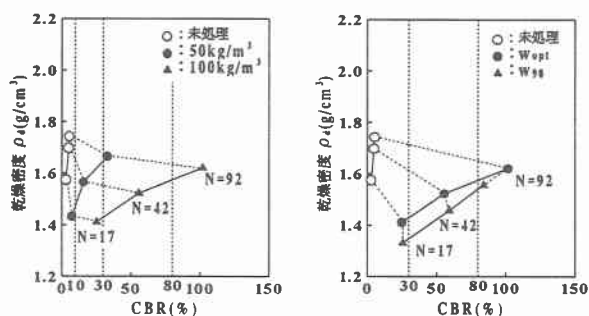
- 2) 小林 健ほか：三郡変成岩風化土を用いた盛土施工、地盤と建設、Vol.15, No.1, 1997。3) 山本哲朗ほか：三郡変成岩風化土の締固め・CBR 特性（第一報）、第 34 回地盤工学研究発表会、pp.1831~1832, 1999。4) 山本哲朗ほか：三郡変成岩風化土の締固め・CBR 特性（第二報）、第 35 回地盤工学研究発表会、pp.1615~1616, 2000。



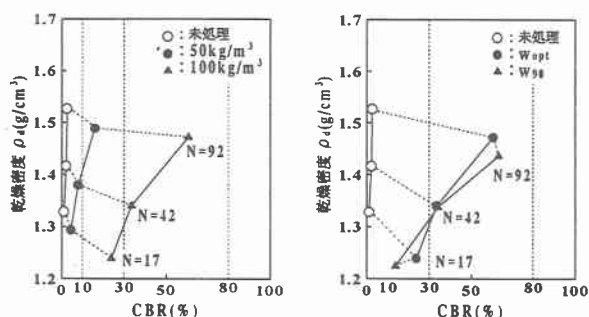
(a) 安定材添加量 Q_c (b) 初期含水比 w_0
図-3 安定処理した泥質片岩風化土の膨張比



(a) 安定材添加量 Q_c (b) 初期含水比 w_0
図-4 安定処理した塩基性片岩風化土の膨張比



(a) 安定材添加量 Q_c (b) 初期含水比 w_0
図-5 安定処理した泥質片岩風化土の乾燥密度 ρ_d と CBR 値の関係



(a) 安定材添加量 Q_c (b) 初期含水比 w_0
図-6 安定処理した塩基性片岩風化土の乾燥密度 ρ_d と CBR 値の関係