

三郡変成岩風化土を用いた盛土施工

Construction Control of Earthfill using Weathered Soil of Sangun Metamorphic Rock

小林 健	Takeshi KOBAYASHI	(日本道路公団中国支社山口工事事務所)
北川俊昭	Toshiaki KITAGAWA	(鴻池・不動建設共同企業体)
山本哲朗	Tetsuro YAMAMOTO	(山口大学工学部)
上野考弘	Takahiro UENO	(常盤地下工業(株))

山陽自動車道宇部インターチェンジ工事に伴い、山口県宇部市の三郡変成帯において盛土路体の構築のために、盛土材として塩基性片岩の風化土を用いた盛土施工が行われた。本報告では最初に風化土の諸物理的性質および締固め特性を述べ、その後で盛土の施工中、平成9年5月末から6月末の2期間22日間にわたり、敷地内の15箇所においてR1水分密度測定器を用いて測定した盛土の締固め度、含水比、空気間隙率および飽和度の場所的・経日的変化をまとめた結果を示す。

キーワード：盛土、管理、密度、含水量、変成岩、風化(IGC:C-8,C-7)

1. まえがき

山陽自動車道宇部インターチェンジ工事に伴い、山口県宇部市の三郡変成帯において、盛土路体構築のために塩基性片岩の風化土を用いた盛土工が実施された。

本文では最初に盛土材の諸物理的性質、締固め特性を求めた結果を記載し、その後で平成9年5月末から6月末にかけて2期間で都合22日間にわたって測定した、盛土の締固め度、含水比の他に間隙空気率および飽和度の場所的・経日的変化をまとめた結果を示す。

2. 現場とその地質

盛土施工現場は宇部市の丘陵地にある(図-1)。その現場の南側半分は三郡変成岩の一種である蛇紋岩からなる自然斜面で包囲されている。一方、その北側には広島型花崗岩の風化したまさ土が広い範囲で分布する。この蛇紋岩は比較的新鮮なもの

であり、採石用材料として多量に採掘されている。この三郡変成岩は狭義の意味では中生代トリアス紀の周防変成岩の範疇に入るものである¹⁾。

3. 盛土材の諸性質

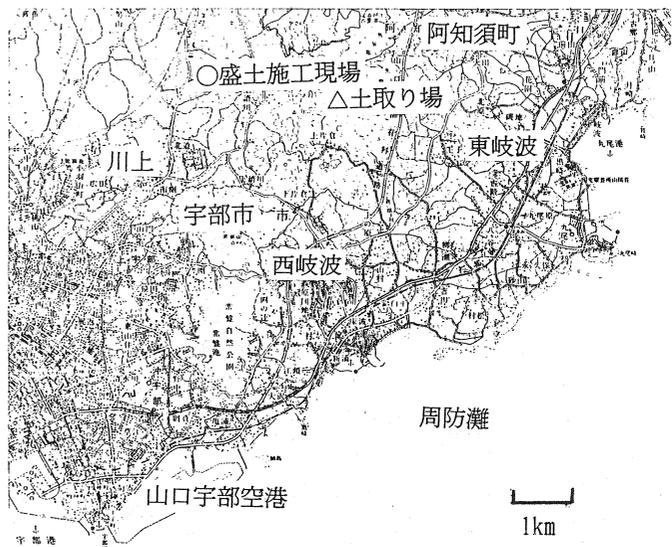


図-1 盛土施工現場の位置図

表-1 土試料の諸物理的性質

土試料番号	G_s	U_c	D_{max} (mm)	D_{50} (mm)	FC (%)	F_{clay} (%)	w_n (%)	w_L (%)	w_p (%)	I_p	L_i (%)	土質分類
1	2.911	254.7	4.75	0.15	42.4	15.3	25.4	51.5	27.6	23.9	5.1	SC
2	2.930	95.6	53.0	0.37	33.2	7.7	13.0	35.3	21.7	13.6	3.6	SC

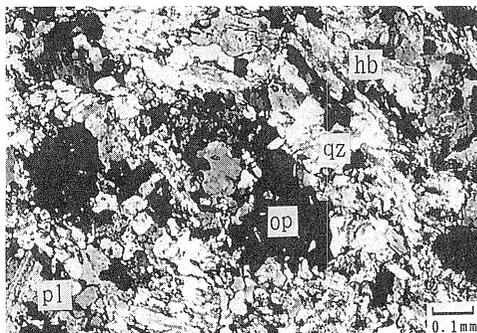


写真-1 塩基性片岩の偏光顕微鏡写真 (直交ポーラー) (hb, 角閃石; qz, 石英; pl, 斜長石; op, 不透明鉱物)

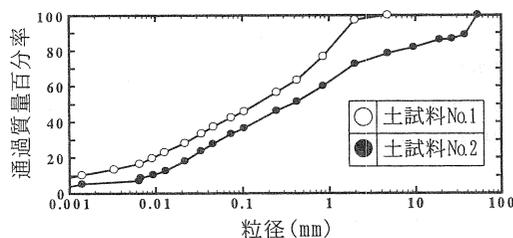


図-2 土試料の粒度分布曲線

3. 1 物理的性質

盛土材として用いた三郡変成岩に属する塩基性片岩の風化した土は、土取り場から採掘したものである。この土取り場は過去に豪雨時に鋸状の斜面崩壊²⁾の発生した現場の目の前に位置する。写真-1は土取り場から採取した塩基性片岩の偏光顕微鏡写真を示す。

風化土の風化度、自然含水比 w_n 、粒度等の諸性質は採取場所によって若干ずつ異なったが、盛土施工管理はそれらの性質のかなり異なる2種類の風化土を用いた場所で実施した。両土試料の諸物理的性質を表-1に示す。図-2に粒度曲線を示す。表-1に示すように、土試料 No. 1 は平成9年5月6日に採取したものであるが、その w_n は 25.4% である。土試料 No. 2 は同月28日に採取し、その w_n は 13.0% である。両方の土の自然含水比は2倍ほど異なる。また両方の土の比重は 2.91~2.93 にあり、それが高いことが特徴である。これはこれらの土には比重の大きい角閃石が含有され

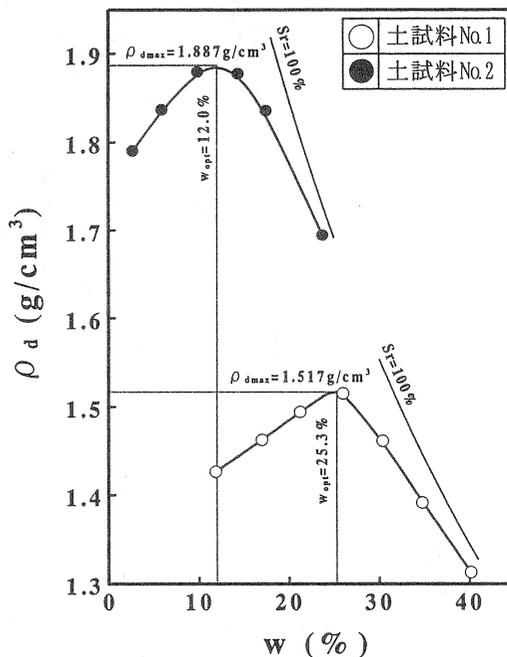


図-3 土試料の縮固め曲線

ているためである²⁾。さらに図-2に見られるように、2つの土試料では含有される礫の最大粒径の違いに起因して粒度分布にかなりの差があり、また両者とも粘土分の含有量はそれほど高くない。その結果、表-1に示したように、両方の土試料は SC(粘土質砂) に分類された。

3. 2 縮固め特性

図-3には土試料 No. 1, 2 の縮固め試験 (B-b 法) の結果を示す。試験は乾燥・非繰返し法によって各層 55 回・3 層の縮固め条件で行われた。この図に記したように、土試料 No. 1 の最大乾燥密度 γ_{dmax} は 1.517g/cm³、最適含水比 w_{opt} は 25.3% であるのに対して、土試料 No. 2 は γ_{dmax} = 1.887g/cm³、 w_{opt} = 12.0% である。土試料 No. 1 の粘土分含有率が土試料 No. 2 のそれより大きいと判断される。このように、同一土取り場から搬入した土であっても、その縮固めの度合いが著しく異なることが明示された。なお、同じ三郡変成岩であって

も泥質片岩の非常に風化した土の γ_{dmax} は $1.2 \sim 1.3g/cm^3$ の範囲にあって、それがきわめて小さいという結果を得ている³⁾。

4. 盛土施工とその管理

4. 1 盛土施工法

前述したように、その周囲の一部を蛇紋岩斜面で包囲された凹地において、路体を構築するための盛土が底面積 $7250m^2$ 、高さ $2 \sim 3m$ までの範囲で実施された。総土量は約 $2万 m^3$ である。

盛土施工は土取り現場から $10t$ ダンプトラックによって搬入した土を原位置に厚さ $32cm$ で撒き出して、 $10t$ 振動ローラーを用いて4往復の合計8回の転圧を行い、盛土層を厚さ $30cm$ に締固めるという方法で行われた。

盛土路体の品質を確保するための規定値としては、日本道路公団では、通常、①締固め度 $D_c (= \gamma_d / \gamma_{dmax})$ は 92% 以上、②施工含水比は w_{opt} と 92% 締固め度の得られる湿潤側の含水比の範囲を満足する値が用いられている。本盛土でも、この規定が採用された。

4. 2 盛土の締固め度・含水比の測定方法

盛土範囲のほぼ北端部分での $20m^2$ の敷地内 15 測定

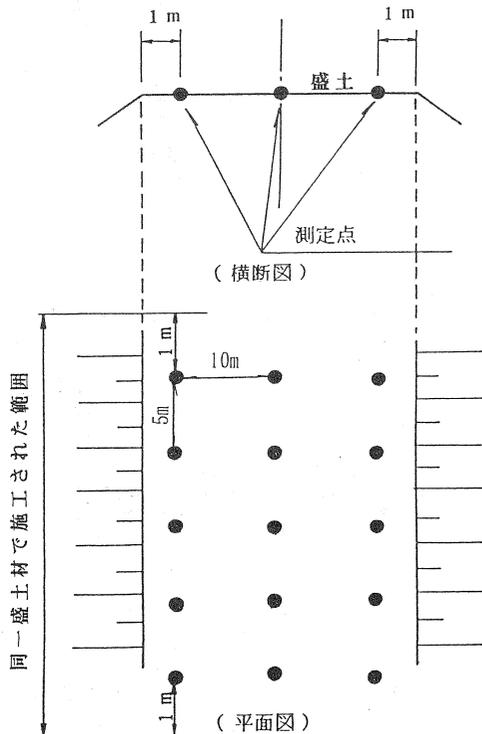
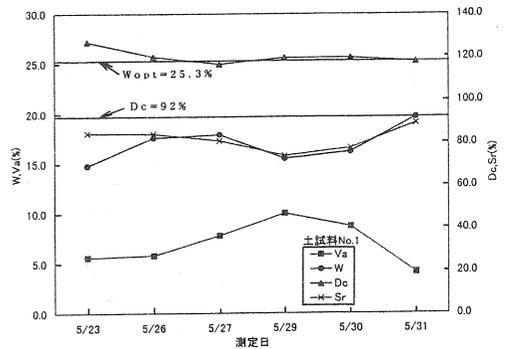


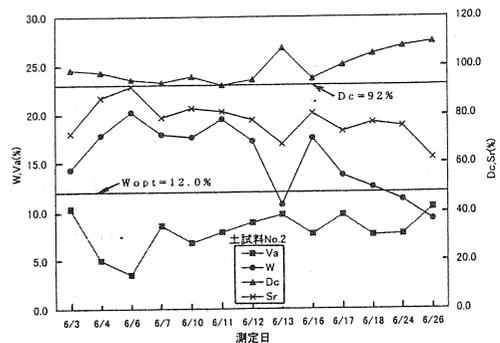
図-4 盛土の締固め度、含水比の測定箇所

点において、盛土の締固め度、含水比、空気間隙率および飽和度を測定した。それらの位置を図-4に示す。自然含水比が2倍近く異なっている風化土を盛土材に用いたそれぞれの期間にわたって、それらの値を測定した。最初の測定は No. 1 の土が盛土現場に搬入された平成9年5月21日から31日の第1盛土期間の7日間で行った。2度目は No. 2 の土が搬入された同年6月3日から6月27日の第2盛土期間の15日間で行った。

測定器には、(株)チュートク社製の RI 水分密度測定器(ETL-10型)を用いた。この測定原理は線源を地中 $20cm$ の深さに挿入して線源からの放射線を土の密度・水分検出器によって高精度で計測するというものである。入力値には、土粒子の密度および土の最大乾燥密度だけが必要であり、事前にこれらについて測定器の校正を行っておく。なお、日本道路公団では、高速道路本線工事現場における盛土管理において、従前の砂置換測定器の代替えとして、この測定器を採用している。



(a) 第1盛土期間(5月23日～5月31日)

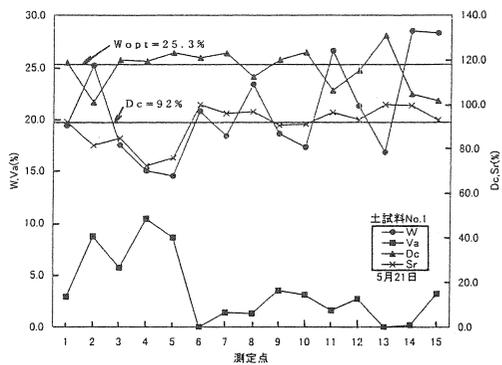


(b) 第2盛土期間(6月3日～6月26日)

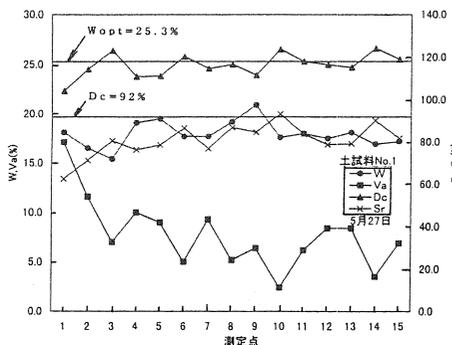
図-5 盛土の D_c 、 w 、 v_a および S_r の経日変化

4. 3 締固め度・含水比の経日・場所的变化

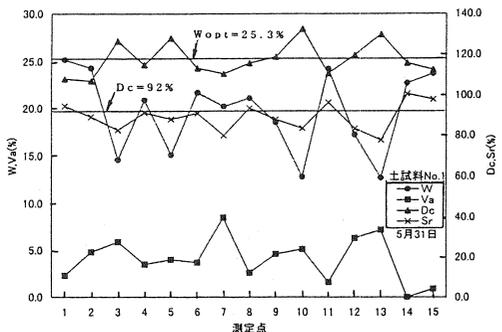
図-5(a)および(b)にそれぞれ土試料No. 1, 2を用いた第1, 第2盛土期間における測定点No. 1での盛土の締固め度 D_c 、含水比 w 、空気間隙率 v_a 、および飽和度 S_r の経日変化を示す。両図から分かるように、両方の土試料を用いた盛土は、 $D_r \geq 92\%$ という規定値を満足し、また、両方の土試料を用いた盛土の含水比、飽和度および空気間隙率はかなり相違する。



(a) 5月21日



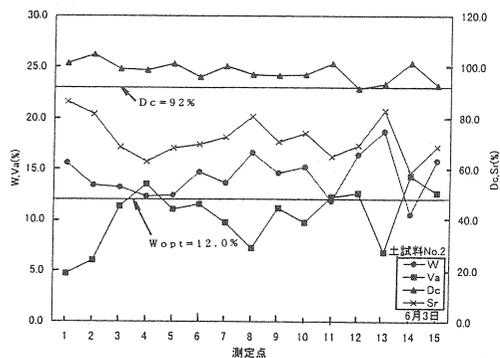
(b) 5月27日



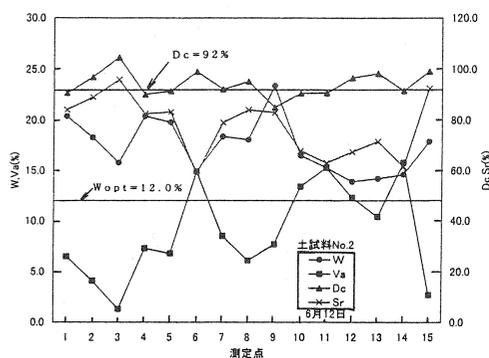
(c) 5月31日

図-6 第1盛土期間における各測定点の盛土の D_c 、 w 、 v_a および S_r

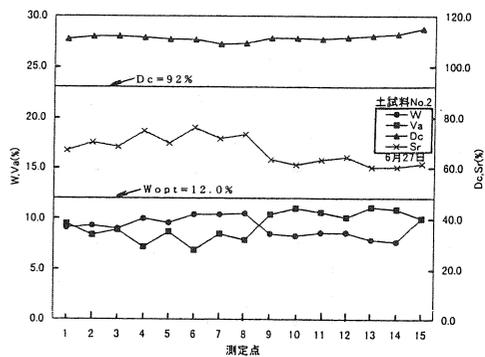
図-6に第1盛土期間における測定点No. 1~15での盛土の D_c 、 w 、 v_a および S_r の測定結果の一例を示す。図(a)、(b)、(c)はそれぞれ5月21日、27日、31日の結果である。図-6からいずれの測定日においても、すべての測定点での締固め度 D_c は100%を超えており、さらに盛土施工時の含水比 w も $D_c > 92\%$ での湿潤側の



(a) 6月3日



(b) 6月12日



(c) 6月27日

図-7 第2盛土期間における各測定点の盛土の D_r 、 w 、 v_a および S_r

含水比内にあり、両者とも規定値の範囲内にあることが明確にされた。なお、締固め度および飽和度の場所的な変動は、含水比および空気間隙率のそれらに比較してかなり小さいことも分かる。なお、 $D_c > 100\%$ となるのは室内と現場での土の締固めエネルギーが相違するためである。

同様に、図-7 (a)、(b)、(c)にそれぞれ第2盛土期間、6月3日、12日および27日での各測定点の D_c 、 w 、 v_a および S_r の測定結果を示した。 D_c の計算には、土試料No.2の γ_{dmax} 値を用いた。これらの図から6月3日および12日での15箇所での D_c はほぼ92~100%であり、27日での約110%よりも若干小さいことが分かる。6月3日および12日のそれぞれの測定点の含水比は、それぞれ15%前後、15~20%程度であり、それらの値は27日の含水比10%弱に比べて高いために、前2日での締固め度が12日でのそれよりも小さくなったものと考えられる。

図-8 (a)、(b)はそれぞれ2回の盛土期間での盛土築堤の過程における全測定点での D_c および w の平均値、最小値・最大値を示した図である。両図から、両方の

盛土期間における盛土の締固め度および含水比の変動量(最大値と最小値の差)は、約20%程度内に収まっており、経日的にもそれほど変化していないことが明らかにされた。なお、第2盛土期間における6月13日以降、含水比の変動量は次第に小さくなり、またその値が減少するのに伴って締固め度もやや増加する傾向が見られる。

以上に述べたことから、塩基性片岩風化土を用いた盛土路体の構築に当たって、振動ローラーを用いた転圧による盛土の締固め度・含水比は規定値を十分に満足する範囲内で施工されたものと結論づけられる。

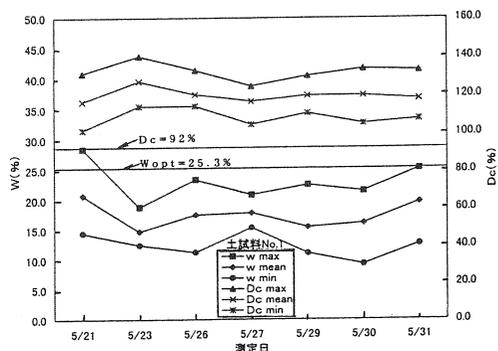
5. まとめ

路体の構築のために施工された盛土の締固め度・含水比の管理を行うとともに、盛土材自体の諸物理的性質・締固め特性を調べた。得られた結論は次のように要約することができる。

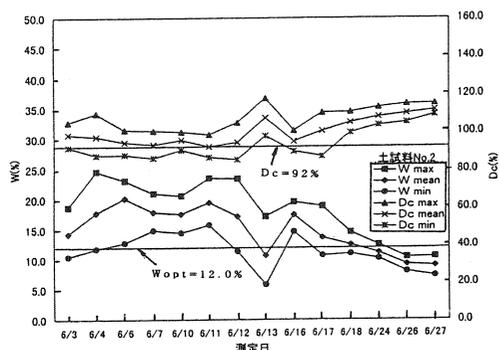
- (1) 盛土材として用いた塩基性片岩風化土の最大乾燥密度は、粘土分含有率の増加にともなって減少する。
- (2) 2種類の盛土材を用いて実施された盛土期間において、盛土の締固め度、含水比は規定値を満たしていると同時に、場所的にも、経日的にもそれほど変動していない。すなわち、当現場の盛土は、その管理条件を遵守して実施されたものと判断することができた。

参考文献

- 1) 山本哲朗・大原資生・西村祐二郎・瀬原洋一：山口県下の三郡変成岩からなる切土斜面に見られる豪雨崩壊の特徴、地盤工学会論文報告集、Vol. 36、No. 1、pp. 123~132、1996。
- 2) 山本哲朗・高本直邦・西村祐二郎・瀬原洋一：三郡変成帯における鋸状斜面崩壊、土と基礎、Vol. 44、No. 11、pp. 9~12、1996。
- 3) 山本哲朗・原田茂久・前田伊典・廣部安之：三郡変成岩風化土を用いた試験盛土の動態観測、土と基礎、Vol. 45、No. 4、pp. 25~27、1997。



(a) 第1盛土期間



(b) 第2盛土期間

図-8 盛土の D_c および S_r の平均値、最小値、最大値