

盛土材料としての堆積軟岩の諸特性と盛土事例

5. 堆積軟岩を用いた宅地造成盛土（その3）

山口 晴 幸 (やまぐち はれゆき)

防衛大学校土木工学教室

黒島 一郎 (くろしま いちろう)

三井建設土木技術所

大山 英 治 (おおやま えいじ)

(株)アイコ

中岡 時 春 (なかおか ときはる)

大木建設機技術研究所

5.1 はじめに

5.2 紹介事例の概要

5.3 調査および試験

5月号掲載

5.4 設計

6月号掲載

5.5 施工および施工管理

5.5.1 過去の問題事例

宅地造成工事の完成品は宅地となって、一般に個人の所有財産となるので、工事上の技術的な報告は少なく、土質工学的問題に触れられることも少ない。そこで、少ない報告事例から問題点の原因について記述する。

望月ら¹⁾²⁾によれば、火山灰性シルト岩、黒色泥岩を主体にしたわずかに砂岩を含む材料を盛土材とする造成工事（最大盛土厚さ20m、平均7m）において、造成後約半年経過して、10数戸の木造家屋の建設が進んでいるとき、構造物に不同沈下によるひび割れ、変状などが見い出された。図-5.21は、この時点から数箇所の観測点を設け、約5か月間（8回）にわたって測定した水準測量の結果から、沈下量を盛土厚さで除したひずみで経時変化を表している。

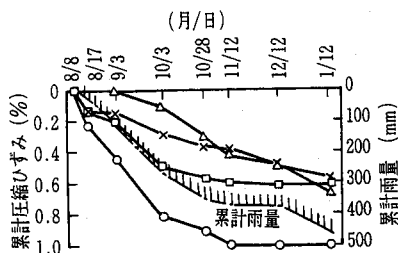


図-5.21 宅地の沈下²⁾

またボーリング調査、室内の盛土材料の安定度および圧密試験の結果から、沈下の主原因は水で、締固め不足の地盤に降雨等の侵入が材料の劣化を進めたもので、これが重要な直接的な原因であったと指摘している。さらに砕けやすい材料を盛土に用いる場合は、粒度も設計対象と考えておく必要があるとも指摘している。

浅田³⁾によれば、砂岩、凝灰岩および泥岩などの固結度の低い軟岩を盛土材として造成した宅地において、1978年宮城県沖地震によってきわめて顕著な家屋被害が発生した。地震直後に、多数のボーリング、標準貫入試験、各種土質試験および数種の地盤変動観測を行った結果、地震被害の素因は宅造地の締固め施工の不備にあるといっても過言ではないと記述している。岩塊の最大粒

径の規制なしに施工されたために、岩塊間に空隙が生じ、これが造成後の長い年月の間に雨水および地下水の浸透を容易にし、団結度が低く、水の侵食に弱い軟岩の周縁部の風化や粘土化が促進され、軟弱な層を形成した。この層が地震による顕著な被害の原因となったとしている。

以上の二つの事例からも、軟岩施工においては、締固めが非常に重要であることが指摘されている。岩塊の最大粒径を規制して、十分に締固めを行って岩塊を破碎し、空隙を減少させて、水の浸透を防ぐことが大切であることがわかる。

5.5.2 施工上の留意点

(1) 盛土材料

盛土材料としては、現地発生土を工夫して活用する事が最も大切で、敷きならしおよび締固めが容易で盛土としての強度が大きく圧縮性が小さいこと、さらに侵食抵抗が大きく膨潤性が小さいものが良好とされている。

堆積軟岩は、膨潤やスレーキング現象によって劣化しやすい性質を有しているものもあるので、この面の十分な配慮を施工時に行う必要がある。

(2) まき出し厚さ

本章5.4設計でも述べているように、盛土材料は薄層で均一にまき出しすれば良く締まって均質な盛土になり、高まきすればいくら転圧しても表面部しか締固めることができないので不均一な盛土となって将来の不同沈下の原因となる。

特に堆積軟岩を盛土材料とする場合、運搬機械や材料の粒径から高まき出しになる危険性があるので、まき出し厚の管理をマーキングしたポール等を盛土区域に設けてまき出しを適切に行う必要がある。

また水の影響を受けやすい材料であることから、盛土施工時の排水勾配を確保し、盛土体への水の浸透を防ぐ処置を適切に行うことが望ましい。

(3) 締固め機械

締固め機械は、工種、土質、工事規模と締固め機械の特性を考慮し、盛立試験を行って選定することが大切で、次の点について検討しなければならない。

- ① 現場への搬出入が可能か
- ② 機械の稼働に十分な広さがあるか
- ③ トラフィックビリティーが確保できるか
- ④ 土の運搬距離、作業勾配はどうか
- ⑤ 工事規模、工期に合致しているか
- ⑥ 機械の組み合わせはどうか

⑦ 環境面から適切か

また同時に、土質に適し、かつ効率的な締固めを行うことも大切である。堆積軟岩を盛土材料として用いる場合、岩塊を破碎し、十分に締固める必要性から、少し重い機械の選定が望ましいように思われる。ただし、過転圧やトラフィカビリティが確保できないような施工とならないよう注意する必要がある。

(4) 排水対策

堆積軟岩による盛土では、浸透水や湧水等により盛土体内に間隙水圧が発生すると盛土の破壊や沈下の原因となりやすい。そこで、必要に応じてフィルター層や地下水排水層などを設け、盛土層から降雨および浸透水を排除する。施工中の間隙水圧の上昇を防ぎ、盛土のすべりに対する安全性の向上を図る。

(5) 土量管理

宅地造成工事は工事区域内で切土量と盛土量をバランスさせることが多いので、土工事の進捗に応じて適切に土量変化率を把握して、工事区域から土の出入りがないようにする必要がある。測量方法としては、光波測距儀を用いる方法と航空測量による方法が一般的であり、GPSシステム測量が開発されつつある。

5.5.3 施工管理基準

盛土工事においては、室内試験結果、設計値などに基づいて設定した条件を満たした盛土を造成するために施工管理が行われる。管理方法には盛土に必要な品質を規定した品質規定方法や施工方法を規定した工法規定方法、さらには両者を組み合わせた工法規定・品質規定方法がある。宅地造成工事では工事区域からの材料の出入りを極力抑えて施工されることが多く、切土材をそのまま盛土材として使用することから、盛土材料を選択することは難しい場合が多い。そこで、材料毎に規定した品質管理だけで施工管理を行うことは現実的でないので、工法規定・品質規定方法が一般的である。

(1) 品質規定方法

一般的な管理基準値として、

- ① 基準となる室内締固め試験の最大乾燥密度 ρ_{dmax} との密度比 (D 値)、または岩塊自体の乾燥密度との密度比 (E 値) によるもの。
- ② 空気間隙率 v_a または飽和度 S_r によるもの。
- ③ 強度によるもの。

などがあることは、本章5.4設計ですでに述べた。

堆積軟岩を盛土材料とする場合、粒子の破碎状況や粒径、含水比等の材料特性により、評価基準を決定する必要がある。また、堆積軟岩の岩塊には、閉じた空隙が含まれていて測定値はこれを含めた値となるので、上記の②で品質管理を行う場合には、この点を考慮して行う必要がある。

宅地造成工事においては、盛土材がほとんど加工されていない自然状態に近いものであるために均一性に劣るので、目視によって材料の品質を日常的に管理し、その変化に応じて管理基準値を見直すことも必要である。軟岩の大きな岩塊はスレーキングなどによって破碎して盛

土の沈下や強度の低下によるすべりの原因となることも考えられるので、締固めや岩塊の最大粒径についての管理も重要である。

(2) 工法規定方法

工法規定は、転圧機種、まき出し厚さ、転圧回数などの項目が基準となる。これらは転圧試験で決定するのが普通である。

また、運土量が確実に把握できるならば、タスクメーターによる転圧機械の稼働時間による管理も有効と思われる。この場合の基準値は、転圧試験結果で決めた施工法より算定した転圧機械の稼働時間である。

(3) 管理基準値

締固め基準としては、締固め度 $D_c \geq 80 \sim 90\%$ とするものが多く、住宅・都市整備公団では JIS A 1210 の最大乾燥密度の85%以上、また最大乾燥密度を決め難い土や含水比調整が困難な土の場合は、空気間隙率が2~15%の範囲としている。

また、日本道路公団では脆弱岩を用いた盛土材の締固めは空気間隙率で15%以下となるように管理すれば盛土完成後の圧縮沈下量が減少できるものと思われる⁴⁾として、これを参考にして空気間隙率で基準値を設定している。

宅地造成は民間工事が多いので、ほかの公共機関の基準値を参考にして仕様書を作成している場合が多い。日本道路公団の試験方法が軟岩を盛土材として用いることに対して系統的であるので、これを参考に行っていることが多いようである。

5.5.4 転圧試験

転圧試験は工法規定方法を採用する場合に行われ、締固め度、空気間隙率あるいは飽和度と転圧回数などの関係を求める。その結果より、品質管理基準値を考慮して工法を決定する。

実際の例を以下に示す。

(1) N造成工事

工事仕様書では、仕上がり厚さ30cmで、21t級ブルドーザーで5回以上転圧し、締固め度 $>85\%$ という規定があった。しかし、原粒度の最大粒径が30cmと大きく、またスレーキングを起こしやすい材料であるため、少し重いブルドーザー(44t級)および振動ローラー(起振力23.7t)を転圧機械として転圧試験を行い、盛土施工における作業標準の設定と、作業担当者への周知の徹底を図った。

盛土材料は、最大粒径が30cmとなるようにリッピングして調整した後、バックホウでダンプトラックに積み込み、試験ヤードに搬入した。転圧試験はダンプトラックで搬入して材料を12t級ブルドーザーで層厚34cmを標準にまき出し転圧回数を0, 4, 6, 8, 12(片道走行)として行った。転圧機械の転圧速度は、ブルドーザーが2.7km/h、振動ローラーが4km/hであった。

なお試験ヤードは30cm×30cmとし、リッピング(2本爪)で地山をおおむね1層分の34cm程度掘り起こした後、整地して振動ローラーで6回転圧し、さらに

その層の上に盛土材料を転圧試験と同様にまき出し、振動ローラーで6回転圧し、その層を基盤層とした。

管理試験項目は、転圧を伴う沈下量の計測と、RI法による密度測定を行った。密度測定の方法について、当初堆積軟岩といえども粗粒材料となる密度測定にRI法の適用については、精度の面で心配はあったが、試験ヤードの転圧状況を見ると転圧でかなり土砂化する傾向にあることから、短時間で計測でき、また測点が多く設定できることから、RI法を採用した。

転圧機種および転圧回数等施工方法の決定に際しては、締固め度での施工管理が仕様書に規定されていたこともあり、密度測定値を基準とした。この時の基準密度に、本講座「第3章 堆積軟岩材料の締固め特性」に紹介した礫粒度補正試料法による外挿法により求めた外挿密度を採用した。

図-5.22(a), (b)⁵⁾は、乾燥密度と転圧回数(N)の関係を示したもので、図中の実線は、計測値の平均値を結んだものである。この結果から、ブルドーザー、振動ローラーとも、6回転圧以上を盛土施工方法の標準とした。

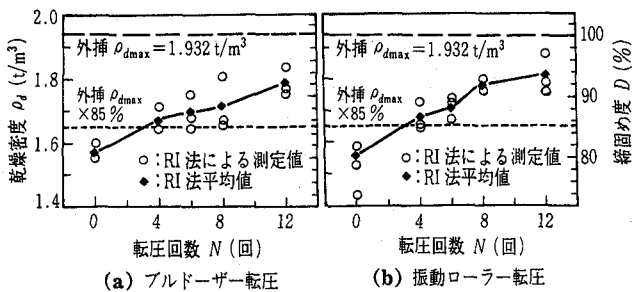


図-5.22 現場盛土試験結果

(2) M造成工事⁶⁾

設計条件を満足するためには材料採取等の粒度組成が重要である。ショベルやリッピングによる採取実験(予備実験)の結果、リッピングが最も効果的であることが判明した。このため、①リッピングによる採取粒度(タルボット指数 $n=0.6$ 以下)、②所要の締固め度(E 値85%, および90%)を満足するための施工方法を確認するために現場試験を実施した。

1) 試験仕様

試験は32t級ブルドーザーを用いて表-5.14に示すケースで行った。

表-5.14 リッピング仕様

	Case1-1	Case1-2	Case2-1	Case2-2
リッパーの根入れ	30cm	50cm	30cm	50cm
リッピング方法	2本格子掛け		3本格子掛け	
圧砕方法	2回走行		2回走行	

2) 土質試験

土質試験は表-5.14に示した各ケースについて試料のふるい分け試験を実施し、リッピングにより採取された材料のタルボット指数を計算した。

3) 試験結果

各ケースについて採取した材料に対する土質試験結果を、図-5.23に示した。これより、所要のタルボット指数 $n \leq 0.6$ を満足する採取方法はCase 1-1, 2-1, 2-2であるが、掘削量の増大に伴い n の増加することが予想されること、経済的にCase 2-2が安価であることを考慮して「3本爪50cm根入れ」を施工方法とした。

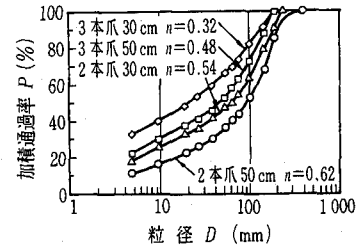


図-5.23 リッピングによる採取粒度

(3) S造成工事⁷⁾

1) 試験概要

泥岩の一般的な性質を表-5.15に示す。転圧試験は表-5.16に示す転圧機種を用い、表-5.17に示す条件で試験を行い、表-5.18に示す項目を測定した。

表-5.15 一般的な物理的性質

含水比	w (%)	18.5~24.8
表乾比重	D_s	1.954~2.055
絶対比重	D_s	1.531~1.697
土粒子の密度	ρ_s (g/cm^3)	2.614~2.697
飽和度	S_r (%)	93.5~100.0
吸水率	Q (%)	21.1~27.6
一軸圧縮強さ	q_u (kgf/cm^2)	88~263

表-5.16 転圧機種

種別	規格		転圧速度 (km/h)
	自重 (t)	起振力 (t)	
振動タンピングローラー	17.4	22(L) 30(H)	3.0
タンピングローラー	30.8		5.0

表-5.17 試験条件

仕上がり厚	転圧機械	転圧回数
30cm	振動タンピングローラー	0, 4, 6, 8, 12, 16
40cm	タンピングローラー	

表-5.18 測定項目

試験項目	試験方法
圧縮量	
現場密度試験	RI法 水置換法
現場ふるい分け試験	
現場透水試験	変水位法
礫の比重・吸水率試験	JIS A 1110

2) 試験結果

仕上がり厚30cmにおける転圧回数と空気間隙率の関係を図-5.24に示す。施工管理基準は空気間隙率が15%以下であったので、この結果より、表-5.19の施工方法を標準とした。

表-5.19 標準の施工方法

転圧機種	仕上がり厚	転圧回数
30t振動タンピングローラー	30cm	6回
30t級タンピングローラー		

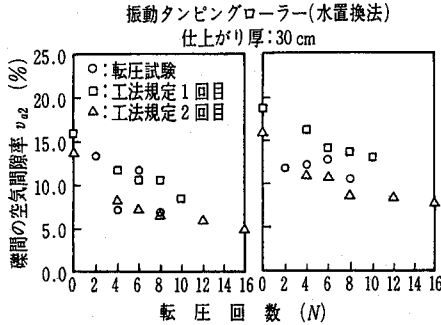


図-5.24 転圧回数と空気間隙率の関係

5.5.5 施工管理事例

(1) N 造成工事

1) 実施工の締固め程度の評価

盛土材料が最大粒径が30cmとなる粗粒材料であるので、原粒度の締固め特性は、粒径が大きすぎて直接的に求められないので、本講座「第3章 堆積軟岩材料の締固め特性」に紹介した礫粒度補正試料法による外挿法により求めた。

表-5.20に締固め試験結果を示し、これを $\log(f_{min}) \sim \log(D_a)$ 紙および $\log(w) \sim \log(D_a)$ 紙にプロットし、その相関関係から外挿した密度および含水比を表-5.21および表-5.22に示した⁵⁾。今回は外挿法の精度を高める意味から試験数を多くしたが、外挿精度は良いと判断できる。

表-5.20 締固め用試料の種類と性質*1

試料	呼び名	D_a (mm)	ρ_s^{*2} (t/m ³)	U_c	ρ_{dmax}^{*3} (t/m ³)	f_{min}^{*4}	w_{opt}^{*5} (%)
礫補正試料	R _{1.2/5}	1.2	2.705	3.1	1.815	1.490	13.7
	R _{2.0/5}	2.0	2.705	5.8	1.828	1.480	13.5
	R _{2.8/5}	2.83	2.706	7.6	1.836	1.474	13.3
	R _{4.8/5}	4.75	2.706	12.6	1.847	1.465	13.0
	R _{9.5/5}	9.5	2.703	27.9	1.866	1.449	12.7
R _{19/5}	19	2.699	51.1	1.884	1.433	12.3	
せん頭試料	S _{1.2}	1.2	2.705	—	1.871	1.446	13.4
	S _{2.0}	2.0	2.705	—	1.876	1.442	12.2
	S _{2.8}	2.83	2.705	—	1.880	1.439	12.1
	S _{4.8}	4.75	2.706	—	1.885	1.436	13.0
	S _{9.5}	9.5	2.704	—	1.898	1.425	12.7
	S ₁₉	19.1	2.702	—	1.906	1.418	12.4

*1 参考文献5)を加工・修正。
 *2 土粒子の密度は、各粒径に対して求めた土粒子の密度の加重平均。
 *3 締固め試験による最大乾燥密度。
 *4 最小体積比 = $e_{min} + 1$ 。
 *5 締固め試験による最適含水比。

表-5.21 原粒度材料の外挿密度

試料	A	B	D_{max} (mm)	f_{min}^{*1}	ρ_{dmax} (t/m ³)	$\Delta\rho_d$ (t/m ³)
礫補正試料	0.175	-0.014	300	1.380	1.939	0.007
せん頭試料	0.161	-0.007	300	1.391	1.924	-0.008
平均外挿値					$\rho_{dmean} = 1.932 \text{ t/m}^3$	

*1 $\rho_s = 2.676 \text{ (t/m}^3\text{)}$ で計算。

表-5.22 原粒度材料の外挿含水比

試料	C	F	D_{max} (mm)	w_{opt} (%)	Δw_{opt} (%)
礫補正試料	1.141	-0.039	300	11.1	-0.3
せん頭試料	1.130	-0.027	300	11.6	0.2
平均外挿値				$w_{opt,mean} = 11.4\%$	

図-5.25は、実施工で計測した密度と含水比の関係を示したもので、各盛土高さごとに印を変えてある。締固め度(D)の最も小さい場合でも90% ($v_a = 23.4\%$)以上で、平均値D値102% ($v_a = 13.3\%$)となっている。

また本現場では、盛土の進捗に応じて、搬入走路を適時変更する処置をとるようにして、運搬機械による転圧効果が最大に発揮できるよう工夫をした。

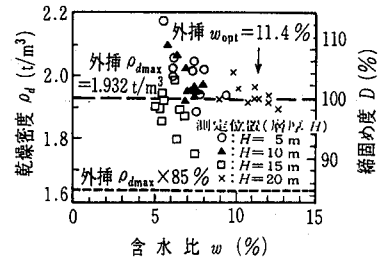


図-5.25 実施工密度測定結果の一例

2) 沈下動態観測

沈下板を設置し、その沈下傾向を計測した。計測ピツ

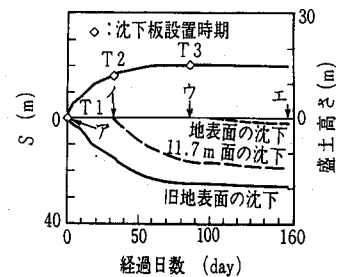


図-5.26 盛土の沈下計測 (B谷)

表-5.23 動態観測結果 (沈下量) 単位 (m)

	ア時点	イ時点	ウ時点	エ時点
a 旧地表面高さ	3.790	3.640	3.543	3.534
b 11.7m面高さ	—	15.392	15.225	15.209
c 地表面の高さ	—	—	19.186	19.170
c-b	—	—	3.961	3.961
d 層厚	—	11.752	15.643	15.636
b-a	層厚変化	—	11.752	11.675
	圧縮沈下量	(イ-ウ)	0.070	(イ-エ)

表—5.24 施工事例一覧表

		盛土材料とするときの基本的な考えかた	施 工 事 例		
			N 造成工事	S 造成工事	M 造成工事
工 事 概 要	工 事 面 積 (ha)	堆積軟岩を盛土材料とする場合の安全性は、いかにスレーキングを抑制するかを集約され、十分な締固めと水の浸透対策がポイントとなる。このような観点から、施工における粒度も重要な要因となる。	12 最大23, 最小18 50万	200 最大55 1200万 泥 岩	36 標準42 152万
	盛 土 高 さ (m)		砂質泥岩: シルト質泥岩 = 1:1 粘土まじり礫 締固め度: $D > 85\%$ まき出し: 30cm=仕上がり 転圧: 21t級ブルドーザー→5回	礫 $v_a < 15\%$	砂質シルト岩: シルト質砂岩 砂質土 タルボット指数 $n < 0.6$ E 値 85~90%
材 料 特 性	統一分類法による分類 受注時の工事仕様				
	粒 径	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	300 25 233	自然状態の試料をそのままふるい分け	300 25 35
材 料 特 性	最大粒径 D_{max} (mm)	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	2.68	2.66	2.58
	50%粒径 D_{50} (mm)		10.8	19~25	24.8
材 料 特 性	均等係数 U_c	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	6.72~9.22	21~27	24.7
	土粒子の密度 ρ_s		2.12~2.19	1.53~1.70	1.57
材 料 特 性	自然含水比 w_n (%)	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	39.4	75~98	
	吸水率 Q (%)		砂質泥岩: 12.2 シルト質泥岩: 55.9 125~199	88~263	45~153
材 料 特 性	岩塊の密度 ρ (t/m ³)	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	道路公団法		
	スレーキング率 (%)		砂質泥岩: 10サイクル 変化なし シルト質泥岩: 2サイクル で土砂化		
材 料 特 性	一軸圧縮強度 q_u (kgf/cm ²)	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	乾湿繰返し試験	乾湿繰返し試験を実施	
	乾湿繰返し試験		同 左	同 左	
材 料 特 性	沈下特性	水の影響で同一材料でも粒度分析の方法により、異なった特性を示す=要注意	締固め状態と沈下傾向を把握し、施工に反映 要		
施 工	法勾配 ゾーニング 転圧試験	材料特性にあった勾配の設定 沈下を軽減する施工方法の選択	1:2 無し まき出し厚さ: 1種類 転圧機械: 2種類 転圧回数: 5種類 0,4,6,8,12回 * D 値により、転圧回数を決定	1:1.2 同 左 まき出し厚さ: 2種類 転圧機械: 2種類 転圧回数: 6種類 0,4,6,8,12,16回 * v_a 値により、機種とまき出し厚さおよび転圧回数を決定	1:1.8 有 り ①転圧仕様 まき出し厚さ: 3種類 転圧機械: 1種類 転圧回数: 4種類 0,6,8,10回 * E 値により、まき出し厚さと転圧回数を決定 ②リッピング仕様 機種: 1種類 爪の本数: 2種類 爪の根入深さ: 2種類 リッピング方法: 1種類 * 粒度 (n 指数) から、本数と根入れ深さを決定
	管理値 (実測)	対象土により選択 岩、普通土砂: E または D 値 高含水比材料: v_a 値 * 強度規定の採用はまれ	RI 法 平均 102 (91) (13.3) (52)	RI 法: 毎月 RI 法と水置換法との相関をチェック — (93) 6.3 (84.7)	RI 法と砂置換法 平均 105 97 (5.0) (90.0)
工	締固め機械	破碎転圧して、空隙の少ない盛土とする機械選定要	44t 級ブルドーザー 振動ローラー(起振力23.7t)	32t 級タンピングローラー 振動タンピングローラー (起振力30t)	振動ローラー(起振力9.1t)
	掘削機械	岩塊の粒径が、施工性および沈下に影響 ⇒ 粒度に配慮した掘削が望ましい 転圧試験時に確認する 室内試験結果からの推定には限界 ⇒ 実測値での沈下傾向を把握する必要有り	44t 級ブルドーザー リッパ付(2本爪) $C=1.13$ 沈下計測 沈下板, 地表面杭	95t 級ブルドーザー リッパ付(2本爪) バックホウ $C=1.04$ 沈下計測 沈下板, 層別沈下計, 地表面杭 法面安定 地中変位計, 地表面杭	32t 級ブルドーザー リッパ付(3本爪) $C=1.08$ 沈下計測 クロスアーム型層別沈下計, 地表面杭
工	土量変化率 動態観測	室内試験結果から沈下推定する ⇒ 施工法の検討	室内乾湿繰返し載荷試験結果より推定	同 左	
	沈下予測				

*管理値に示す () 内数値は、実測値からの換算値

チは、設置直後は短く (3 日間隔)、その後は 2 週間隔程度で計測した。

図—5.26は、5.4 設計で推定沈下量を求めた B 地点の沈下板の測定結果を示したもので、表—5.23は沈下板の地盤高さを示したものである。

この計測結果と推定沈下量の比較を行うと、

イ) 盛土荷重による沈下量

5.4 設計で求めた推定値は7.6cmで、計測値は7.7cmとなり、推定値と計測値はおおむね一致する結果となった。

ロ) 水浸・乾燥による沈下

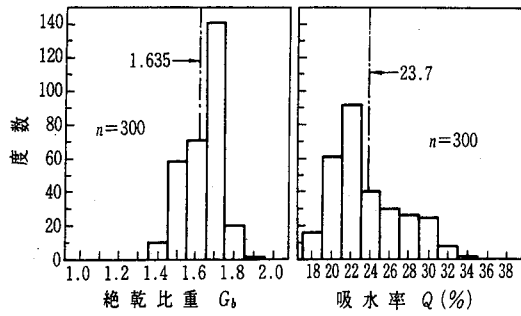
5.4 設計で求めた推定値は10.9cmで、計測値は1.6cm (19.186—19.170) となり、今後9.6cm程度の残留沈下が発生する結果となった。

これらの推定値の妥当性については、今後の計測を待たないと判断できないが、現時点ではおおむね許容される推定法ではないかと考える。

(2) S 造成工事

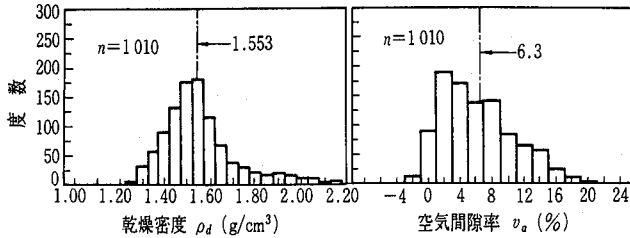
1) 泥岩の物理的性質

日常の品質管理において測定した泥岩の絶対比重の頻



図—5.27 絶対乾比重の頻度分布

図—5.28 吸収率の頻度分布



図—5.29 乾燥密度の頻度分布

図—5.30 空気間隙率の頻度分布

度分布を図—5.27に、吸水率の頻度分布を図—5.28に示す。

2) 品質管理結果

日常の盛土品質管理においてRI法により測定した乾燥密度の頻度分布の例を図—5.29に、空気間隙率の頻度分布の例を図—5.30に示す。

5.6 ま と め

宅地や工業団地等の造成は民間プロジェクトとして計画される場合が多く、都市計画法、宅地造成法および各行政機関における開発規準条例等に準拠して施工されているが、特殊な技術的諸問題に関する調査方法、技術基準は確立されておらず、開発申請中における協議の中で検討がなされている。

堆積軟岩はスレーキング等の工学的弱点を持っており、過去において問題を起こした例も少なくない。しかし、一般に造成工事は開発区域内で切盛りのバランスを図ることを原則としており、区域内で発生する材料を盛土材料として使用せざるを得ない状況にある。近年、造成工事の大規模化に伴い、問題点も多く顕在化しつつあるように思われる。

造成工事は人命・財産の保全を使命としており、特に堆積軟岩を使用する場合のエンジニアリングが重要である。堆積軟岩材料を使用する盛土の安全性は“いかにス

レーキングを抑制するか”に集約され、①積極的に破壊(細粒化)し、十分締固める、②排水措置等浸水対策の徹底、等設計および施工について工夫が必要となる。

本章において、スレーキングにより惹起される細粒化強度低下および沈下について実現場の紹介をしたが、これらの情報を総括する形で表—5.24にまとめた。

3事例とも、施工管理基準は異なっているが、材料の把握と、その特性に適応した施工方法を選択するための、材料試験や転圧試験を現場の状況に応じた方法で実施している。そして室内試験で得た結果から原粒度材料の特性を推定し、実測値との比較・検討を行っている。

その中でも、N造成工事の締固め度管理における原粒度材料の締固め密度の外挿や沈下予測は、かなり良い精度で現場計測値と一致している。

堆積軟岩を盛土材料とするときの施工事例紹介はまれで、その施工方法が一般的なのか、特殊方法なのか判断できる状態になかったが、本講座において表に示す3事例が紹介され、また各項目で施工方法を比較できる資料となったことは、大いに参考資料として活用できるものとする。

堆積軟岩を対象とする造成工事については、今後とも各現場に即応した調査・試験および設計を行い、安全な施工の実施がのぞまれる。

参 考 文 献

- 1) 望月秋利・三笠正人・川本祥史：宅地沈下に関する一考察，第8回土質工学研究発表会講演集，pp. 399～402，1973.
- 2) 土質工学会：土の圧密入門，pp. 190～192，1993.
- 3) 浅田秋江：1978年宮城沖地震による宅地造成地被害の土質工学的検討，第15回土質工学研究発表会講演集，pp. 1333～1336，1980.
- 4) 若槻良行：最近の締固め 3.2 スレーキング材料を用いた道路盛土の締固め，土と基礎，Vol. 38, No. 8, pp. 66～69，1990.
- 5) 中岡時春・望月秋利・阪口 理：堆積軟岩を用いた盛土造成工事の施工管理，堆積軟岩による盛土の工学的諸問題に関するシンポジウム，土質工学会，pp. 205～212，1995.
- 6) 大山英治・中村吉男・大根義男・成田国朝：堆積軟岩を使用した高盛土の調査・設計および施工，堆積軟岩による盛土の工学的諸問題に関するシンポジウム，土質工学会，pp. 213～220，1995.
- 7) 土質工学会：堆積軟岩による盛土の工学的諸問題に関するシンポジウム，pp. 50～55，1995.