

狭隘な沢部における暗渠管への流動性裏込め材の適用

静岡県静岡空港建設事務所	正会員	○稲葉	啓悟
静岡県企画部空港建設局		松山	英達
静岡県静岡空港建設事務所	正会員	河内	昌弘

1. 概 要

静岡空港の建設地点は大井川右岸に広がる牧之原台地の一角で、侵食により形成された急峻かつ狭隘な沢が数多く存在する複雑な地形である。盛土工に先立って沢沿いに敷設する雨水排水用暗渠管（FRPM 管、φ600～800mm）の巻き立ては、一般的な工法であるドライモルタルの転圧施工（以下、転圧工法と記す）を標準工法としていたが、急峻で狭隘なV字状の沢部において転圧工法を適用すると、巻き立て断面や作業スペースを確保するために両側斜面の切り上げが必要となって土工量が増加するとともに、機械の使用が制約を受けるなど施工性が悪く、工費の増加と工程の遅延が懸念された（表1左）。このため、狭隘な沢部における施工性の向上を目的として、打設速度が速く、巻き立て断面および作業スペースも比較的小さくて済む、流動化ソイルモルタル材料による無転圧工法（表1右、以下流動化工法と記す）を採用したところ、極めて良好な結果が得られたので紹介する。

2. モルタルの配合

表2に転圧工法および流動化工法におけるモルタルの配合を示す。両工法とも、粒度調整が必要な現地発生土に

表1 転圧工法と流動化工法の比較

	転圧工法（標準工法）	流動化工法（採用工法）
標準断面図		
モルタルの種類	ドライモルタル（流動性なし、パサパサ状）	流動化ソイルモルタル
モルタル数量（10m当り）	13.6m ³	7.6m ³
被覆砕石数量（10m当り）	7.2m ³	同 左
工場からの搬入車種	ダンプトラック（10 t）	ミキサー車（4～10 t）
モルタル充填方法	転 圧	流し込み
打設機械	小型ショベル（0.1m ³ クラス）、ランマ、タンバ等	ポンプ車、中型ショベル（0.4～0.7m ³ クラス）、パイプレータ等
狭隘な沢部における作業性	作業スペースや通路の確保が容易でないため不良	転圧工法より良好
狭隘な沢部における掘削・埋戻し土量	巻立て断面および作業スペースの確保のため、流動化工法より大量となる	転圧工法より少ない
基床（管下）部の充填性	充填不良が生じるおそれがある	充填不良は生じにくい
要求品質	変形係数（E ₅₀ ）300MN/m ² 以上（材令 28 日）、骨材の粒径 30mm 以下	同 左
品質管理方法	砂置換法または RI 法による現場密度試験（密度と変形係数の関係を利用）	打設時採取試料による一軸圧縮試験（変形係数を直接測定、または圧縮強度と変形係数の関係を利用した強度管理）
狭隘でない場所への適用性	盛土エリアが暗渠管により分断されるため、盛土工の効率が低下する	適用可能 （周囲の地盤高が低い場合は、被覆砕石天端まで盛土を先行施工して断面を掘削）
その他	転圧エネルギーが大きい場合、暗渠管が損傷するおそれがある	打設時の浮き上がり防止策が必要

キーワード：土工事、暗渠排水、裏込め、ソイルモルタル、品質管理

連絡先 静岡空港建設事務所（静岡県島田市道悦5-7-1 TEL：0547-37-9001 FAX:0547-37-9006）

表2 転圧工法および流動化工法のモルタル配合

	示方配合 kg/m^3				空気量 %	W/C %	スランプ [*] cm	材令 28 日力学特性	
	セメント C	砂 S	石粉 LP	水 W				変形係数 E_{50} (MPa)	一軸圧縮強さ q_u (MPa)
転圧工法（ドライモルタル）	94	1,897	0	136	10	145	2.5	300 前後	1.5 前後
流動化工法（ソイルモルタル）	130	1,627	150	210	7	162	17	360~890 (N=12)	1.4~3.1 (N=12)

比べて低コストな購入材を使用し、レディーミクストコンクリート工場での混練を前提としている。転圧工法のドライモルタルは、セメント、砂（大井川産、FM=2.78）、水を混合したものであり、単位水量は、モルタルの含水比が締固めのための最適含水比となるように決定している。これに対し、流動化工法のソイルモルタル材料は、流動性確保のため、より多くの水を使用するが、基床部の空隙発生要因となる材料分離を防止する目的で、石粉（石灰石微粉末、比表面積 $4,090\text{cm}^2/\text{g}$ ）を添加しており、(1)設計上の要求品質（変形係数 300MN/m^2 以上）が確保されること、(2)材料分離が少ないこと（ブリーディング率3%以下）、(3)適度な流動性を有すること（スランプ15~20cm程度、これより流動性が低いと施工性が低下し、逆に流動性が高すぎると、10%前後の縦断勾配のためモルタルが流下してしまう）を判断基準として、一連の配合試験結果から決定した。

3. 品質管理方法

転圧工法では、ドライモルタルの密度と固化後の変形係数の相関関係を事前に求めておき、変形係数の代用として密度による管理を行うが、流動化工法では、通常のレディーミクストコンクリートのように、打設時の採取試料による圧縮試験が可能なため、直接、変形係数による管理を行った。試験施工における材令28日時点の変形係数 (E_{50}) は $360\sim 890\text{MN/m}^2$ で、設計条件である 300MN/m^2 以上を確保できた。

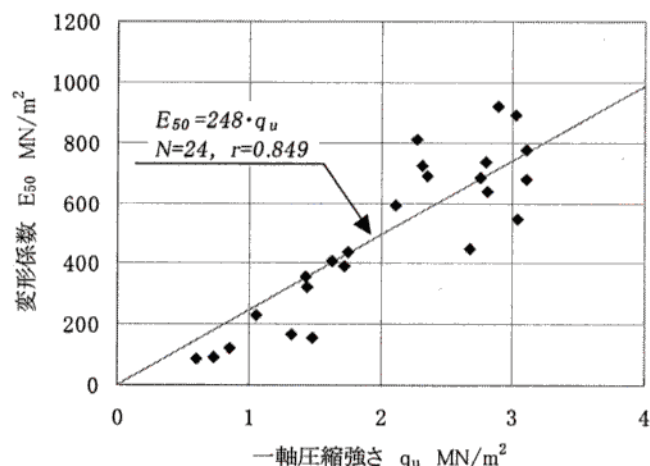
なお、変形係数と一軸圧縮強さの相関（図1）を利用すると、変形係数に代えて一軸圧縮強さによる管理を行うことも可能である。（ただし、所定の変形係数に対する一軸圧縮強さのばらつきを考慮して、その分布下限を規格下限値に設定する必要がある。）

4. 成果

流動化工法の採用により、狭隘な沢部における暗渠管施工の所要日数を、当初の想定（転圧工法）に対し約35%短縮することができた。また、被覆砕石天端までの埋戻し土量が少ないため、後工程である盛土工への引渡しがスムーズに行えた（早強セメントの使用により、モルタル打設の2日後に盛土が可能となった）。さらに、必ずしも狭隘でない場所においても、被覆砕石天端高さまで盛土を先行施工した後、盛土を掘削して流動化工法を適用したところ、転圧工法の場合に生じていた暗渠管による盛土ヤードの分断が解消でき、盛土の施工性が大幅に向上した。セメント、石粉が砂よりも高価であるためモルタルの 1m^3 当り単価は転圧工法より経済性で劣るが、施工性、管理方法等のトータルで考えれば、現場条件により、有効な手法であると考えられる。



写真1 固化後の流動化ソイルモルタル



〔 配合試験のデータを含む。
セメント90~150kg/m³、石粉150~120kg/m³、W/C=162~383% 〕

図1 ソイルモルタルの変形係数と圧縮強さの関係