

建設発生土を利用した流動化処理土の 品質管理方法に関する研究

清水 英 樹 勝 又 正 治
高 森 清 人*¹ 林 原 茂
河 原 学*²

要 旨

近年、建設発生土のリサイクル化促進の気運が高まりを見せる中で、掘削工事の埋戻し等に流動化処理土が用いられる事例が急増している。現在、神戸市交通局が平成13年の完成をめざして建設を進めている地下鉄海岸線工事においても、開削工区の埋戻しに流動化処理土が用いられている。当社は、神戸新港に建設した大型固定式プラントにおいて、各工区から排出された建設発生土を受け入れ、これを流動化処理土として再生したのちに、埋戻し材料として再び出荷する業務を請負っている。当該業務は、製造土量が28万m³と大規模であることに加え、砂質土～粘性土までの幅広い土性の発生土を母材として用いる点で、これまでの流動化処理土の適用事例に類を見ない。しかし、多様な性状の土を用いて一定品質の流動化処理土を製造するためには、品質管理項目と密接に関わる指標の抽出と、それらの相関関係を明らかにした上で、実務に供せる品質管理手法を確立することが不可欠となった。本文では、建設発生土を用いた流動化処理土の品質管理手法を確立する目的で実施した配合試験結果を示し、そこで得られた知見を報告する。

キーワード 流動化処理／発生土／リサイクル／埋戻し／品質管理

目 次

- | | |
|-----------------------|---------|
| 1. はじめに | 4. まとめ |
| 2. 神戸市地下鉄海岸線
工事の概要 | 5. おわりに |
| 3. 流動化処理土の品質
管理手法 | |

ESTABLISHMENT OF A QUALITY CONTROL TECHNIQUE FOR LIQUEFIED STABILIZED SOIL MADE FROM EXCAVATED SURPLUS SOIL

Hideki SHIMIZU
Kiyoto TAKAMORI
Manabu KAWAHARA

Masaharu KATSUMATA
Shigeru HAYASHIBARA

Synopsis:

Recently, there is a growing tendency toward utilization of surplus soil. With such a background in the matter, a case of which liquefied stabilized soil is used as back filling and the others on excavation work has increased. At present, the liquefied soil stabilization method has been adopted in subway construction work that the transportation bureau of Kobe City is planning to complete in 2001. In this work, we have contracted to manufacture the liquefied stabilized soil made from various soil materials. And this contract is unequaled in massive manufacturing amounts both using soil of an extensive property to the sand from clay. So as to realize a massive and stable supply of liquefied stabilized soil, establishment of a quality control technique based on extraction of an index with a close relation to the quality was indispensable. This paper reports a part of results on a trial- mix experiment, which has been performed to establish the quality control method of liquefied stabilized soil made from surplus soil.

* 1 関西支店 新港作業所 土木主任, * 2 関西支店 新港作業

1. はじめに

流動化処理土とは、土質材料と固化材の混合物を所要の流動性が得られるように配合、製造した安定処理土で、本来は十分な締固め施工が行えない狭隘な箇所への埋戻し材料として開発された経緯がある¹⁾。しかし昨今は、著しく高まりをみせる建設副産物の発生抑制と有効的な再利用技術の開発を求める風潮の中にあって、その施工の利便性のもとより、建設発生土の有効活用を促進する一方策として関心が寄せられている。

現在、神戸市の臨海部において建設が進められている地下鉄海岸線工事においても、開削工法で施工される区間の埋戻しに流動化処理土が用いられている。ここでの流動化処理事業は、関西圏では初の本格的な運用事例であると同時に、その規模の大きさと砂質土から粘性土までの幅広い土性の発生土を利用するといった先験的な試みがなされている点で、これまでの事例に類を見ない。

当社は、当該事業における流動化処理土の製造と供給を一括して行う業務を担当することとなった。しかし、日々性状の変化する建設発生土を用いて一定品質の流動化処理土を安定的に製造・供給するためには、品質管理項目と密接に関わる指標の抽出と、それらの量的な相関関係を明らかにした上で、実務に供せる品質管理手法を確立することが不可欠となった。そこで、建設発生土を利用した流動化処理土の品質管理手法を確立することを本研究の目的とし、これを達成すべく一連の配合試験を実施した。本文は、この配合試験結果から得られた知見について報告するものである。

2. 神戸市地下鉄海岸線工事の概要

2.1 建設計画の概要

神戸市交通局が平成 13 年秋の開業を目指して建設を進めている地下鉄海岸線は、神戸市の西の副都心である新長田を起点に、神戸の新しい顔となりつつある臨海地域を経て、商都・三ノ宮に至る延長約 8.1km の全線地下構造の鉄道である（図-1）。工事に伴って発生する掘削土量は、約 190 万 m^3 と見込まれており、このうち 123 万 m^3 は港湾機能再開発のための埋立事業に転化を図る。



図-1 地下鉄海岸線の計画路線と新港流動化処理プラントの所在地

一方、構造物の施工完了後に必要となる約 40 万 m^3 の埋戻し材のうち、28 万 m^3 を流動化処理土で施工する計画となっている。

2.2 流動化処理業務の概要

(1) 計画数量

当社が担当する流動化処理土の製造業務（業務名称：高速鉄道海岸線 流動化処理業務）に関する計画数量は、表-1 に示す通りとなっている。

表-1 流動化処理業務に関する計画数量

製造期間	自：平成10年 8月 1日 至：平成12年12月31日
総製造量	280,000 m^3
建設発生土の使用量	168,000 m^3
最大月産量	18,700 m^3
最大日産量	850 m^3

(2) プラントの概要

神戸市の新港突堤東埋立地（図-1）に建設された新港流動化処理プラントは、計画最大日産量 850 m^3 に対応すべく時間当たり最大 150 m^3 の製造能力を有する大型固定式プラントである（写真-1）。当該プラントは、大量の流動化処理土を安定的に製造・供給することを第一義的な課題と捉え、以下のような設備的機能を備えている。

- ① 土砂の搬送を確実にこなう高速ベルトコンベア（550t/hr）と搬送中の土量を自動計量するベルトコンベアスケールを装備
- ② プラントを〈解泥〉と〈混練〉の2工程に分類することで、調整泥水（建設発生土を加水混合したのちに調整材を添加して、所定の比重に調整した泥水）を最大 70 m^3 貯留することができ、多様な出荷要請にも迅速な対応が可能
- ③ 各種材料の計量を自動化し、操作室からの集中管理を実現することで配合のばらつきを低減



写真-1 新港流動化処理プラントの全景（後方は、建設発生土の仮置きヤード）

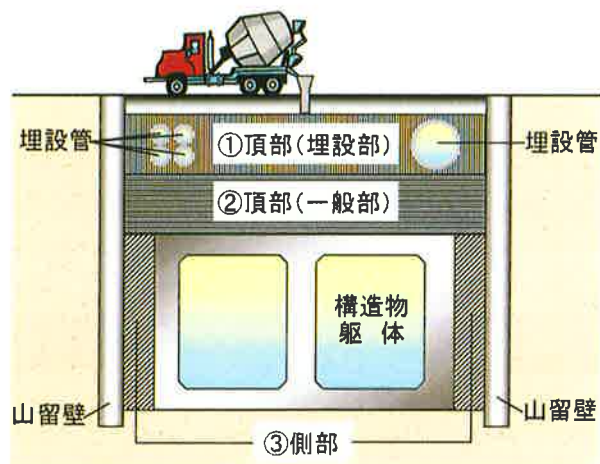


図-2 地下鉄海岸線工事における流動化処理土の種類

表-2 流動化処理土の品質基準

埋戻し箇所	配 合 区 分	品質基準		
		一 強 度 軸 圧 縮 q_{u28} (MPa)	フ ロー 値 (mm)	ブ リ ー デ ィ ン 率 (%)
頂 部	①埋設部	C 5 0 N	0.2 ~0.4 160 ~200 程 度	3.0 以 下
	②一般部	C 7 0 N		
	③側部	C 1 0 0 N		

(3) 流動化処理土の種類と仕様

地下鉄海岸線建設工事において用いられている流動化処理土は、図-2のように埋戻し箇所の違いによって①頂部（埋設部）、②頂部（一般部）、③側部の三種類に分類され、各々に対して表-2に示す品質基準が規定されている。ここで、配合区分の表記方法であるが、頭文字 C に続く数字が単位セメント量を、末尾の文字 N はセメント種別が普通ポルトランドであることを表している。

3. 流動化処理土の品質管理手法

3.1 配合試験の概要

(1) 配合試験の目的

当該プラントにおいて製造される流動化処理土は、日々様々な工区から搬入される建設発生土を主材料として用いるため、その力学的、工学的性質も多様に変化することが明白であった。したがって、多種・多様な土質材料を用いて、しかも品質基準の異なる三種類の流動化処理土に作り込むためには、処理土を構成する各要素の量的な関連と、それによって造り出される処理土自体の物理的諸量の関係を明らかにする必要があると考えた。そこで、建設発生土を用いた流動化処理土の品質を管理する上で必要となる諸量間の関係を明らかにすることを目的として、以下のような配合試験を実施した。

(2) 配合試験の内容

流動化処理土の品質を規定する上で、現在最も多用され、指標的役割を果たしているのが固化後の一軸圧縮強度である。一方、既往の研究²⁾によれば、「流動化処理土の固化後の一軸圧縮強度を支配するのは、特定の粒径以下の細粒分によって構成される泥状土に対する固化材の添加量である」とされている。そこで、配合試験では、調整泥水（発生土に加水して、ある比重に調整した泥土）の細粒分含有率（粒度試験における $75\mu\text{m}$ ふり通過質量百分率で、以下 $F_c(\%)$ と記す。）をパラメータとして、これが表-2に示した3つの品質基準項目に与える影響を明らかにすることとした。また、流動化処理土の品質をプラントにおいて実効的に管理する指標として、調整泥水の比重もパラメータとして実験を行った。

また、配合試験により F_c と各品質基準項目の関係が明らかになったとして、これらの関係から流動化処理土の品質を絞り込む段階で、発生土の F_c 調整が不可避となると考えられた。このような観点から、仕様書の標準配合表（表-3）には、安定供給可能な調整材（汚泥を脱水乾燥させ、破碎処理したものに石粉を加えたもの）を一律 300kg/m^3 添加することが記されている。しかし、ここに記された数字はあくまでも目安であり、調整材の添加効果を確認すると同時に、必要となる添加量を算定することが、配合試験に求められた重要な課題のひとつであった。具体的には、パラメータである F_c を 10, 30, 50% の 3 水準に設定し、粒度調整を発生土だけで行う場合と調整材を併用して行う場合とで比較実験を行った。

上記の目的を達成するために、全 160 ケース余りの実験を実施し、各ケースにおいて一軸圧縮強度、フロー値、ブリーディング率等を測定した。なお、一軸圧縮強度に関しては、材齢 3 日、7 日、18 日、28 日、91 日の 5 水準、フロー値に関しては、経過時間 0 分、10 分、30 分、60 分、120 分の 5 水準、ブリーディング率に関しては、経過時間 3 時間後、20 時間後の 2 水準を設定し、測定することを基本とした。配合試験における設定パラメータと測定項目を表-4、表-5にまとめる。なお、配合試験では 2 種類の開削土（砂質土と粘性土）および調整材を用い、粒度調整を行った。これら土質材料の粒度分布を図-3に、主な物理特性を表-6に示す。

表-3 流動化処理土の標準配合表

埋戻し箇所	配 合 区 分	標準配合 (1 m ³ 当り)			
		発 生 土 (kg)	普 通 ポ ル ト ラ ン ド セ メ ン ト (kg)	調 整 材 (kg)	水 (ℓ)
頂 部	①埋設部	C 5 0 N	1330	50	261
	②一般部	C 7 0 N	1320	70	280
③側部	C 1 0 0 N	1300	100		261

表-4 配合試験におけるパラメータと設定水準

パラメータ	設定水準
調整泥水の細粒分含有率 (%)	10, 30, 50の3水準
固化材添加量 (kg/m ³)	50, 70, 100の3水準
固化材の種類	普通ポルトランドセメント
調整泥水の比重	1.3~1.9の間で5水準 (但し、設定比重は先行ケースの結果によって適宜変更する)
細粒分の調整材料	発生土だけで調整、発生土+調整材で調整の2水準
建設発生土の種類	開削砂質土、開削粘性土の2水準

表-5 配合試験における主な測定項目と測定頻度

測定項目	測定頻度
一軸圧縮強度	3日, 7日, 18日, 28日, 91日
フロー値*	直後, 10分, 30分, 60分, 120分
ブリーディング率**	3時間, 20時間

*: 日本道路公団標準 JHSA313-1992「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」の1.2 シリンダー法による

** : 土木学会標準 JSCE-F522-1994「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法」による

表-6 配合試験に用いた土質材料の主な物理特性

土質材料の種類	土粒子密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)
発生土 砂質土	2.623	5.0
粘性土	2.611	33.8
調整材	2.160	38.9

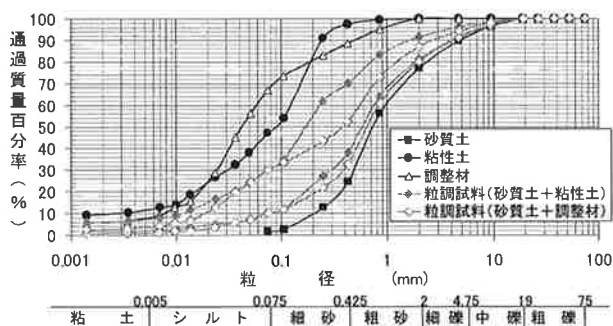


図-3 配合試験に用いた土質材料の粒度分布

3.2 配合試験の結果と考察

(1) フロー値と一軸圧縮強度を共に満足する調整泥水の比重

まず、フロー値 (30 分後) と一軸圧縮強度 (材齢 28 日) が共に基準値を満足するための解泥、加水調整後の調整泥水の比重範囲を明らかにするために、図-4 に示すような整理³⁾を行った。これらの結果は全て、パラメータである調整泥水の細粒分含有率 (Fc) を発生土のみで

調整した結果である。図中に示した薄い色のハッチング領域は、フロー値と一軸圧縮強度の各々の基準値を満足する調整泥水の比重範囲を示したものであり、2つの比重範囲が交錯する濃い色のハッチング領域が、フロー値と一軸圧縮強度をともに満足するために設定すべき調整泥水の範囲となる。したがって、このような濃い色のハッチング領域が広がれば広いほど、品質基準を満たす流動化処理土が作り込みやすい状況にあることを意味している。この図からは、以下のことが言える。

①母材である発生土の Fc が変化すると、各基準値を満足する泥水比重の範囲も大きく変化する。また、このような傾向は、いずれの単位セメント量においても見受けられる。

②単位セメント量 100kg/m³ (C100N) と 70 kg/m³ (C70N) のケースでは、Fc=10%の場合にはフロー値と一軸圧縮強度を共に満足する泥水比重の範囲を設定できるが、Fc=30%と 50%のケースでは両者を満足する泥水比重を設定できない。また、Fc が高くなるほどフロー値を満足する泥水比重の範囲と強度を満足する泥水比重の範囲が離れていく傾向にある。

③単位セメント量 50kg/m³ (C50N) のケースでは、Fc=10, 30, 50%いずれの場合にもフロー値と一軸圧縮強度を共に満足する泥水比重の範囲を設定することができない。ただ、C100N, C70N のケースとは逆に、Fc が高くなるに従ってフローを満足する泥水比重の範囲と強度を満足する泥水比重の範囲が近づく傾向にある。

単位セメント量の違いにより、②と③のような傾向の違いが現れる原因のひとつとして、両者のセメントペーストの性状に違いが生じていることが考えられる。つまり、C100N, C70N のケースではセメントペーストが比較的潤沢に存在するため、強度はクリアしやすい状況にあるが、Fc の増加とともにペースト成分が粘性を帯びてフロー値が低下が起こる。逆に、セメントペーストが十分ではない C50N のケースでは、フロー値はクリアしやすい状況にあるが、Fc の増加に伴って、ある程度ペースト成分が富んだ状態にならないと強度が得られない状況が生じているものと思われる。

(2) ブリーディング率と一軸圧縮強度を共に満足する調整泥水の比重

つぎに、ブリーディング率 (20 時間後) と一軸圧縮強度 (材齢 28 日) の関係についても同様の整理を試みたが、ブリーディング率が 3%以下であるための調整泥水比重の下限值は、全てのケースにおいて一軸圧縮強度を満足する比重範囲を下回っていることから、強度をクリアできる比重に設定しさえすれば、ブリーディング率も満足することがわかった。つまり、ブリーディング率の場合は、フロー値の場合とは異なり、品質性能を向上させるための泥水比重の設定方向が強度と一致しているため、問題となるケースが少ないと言える。

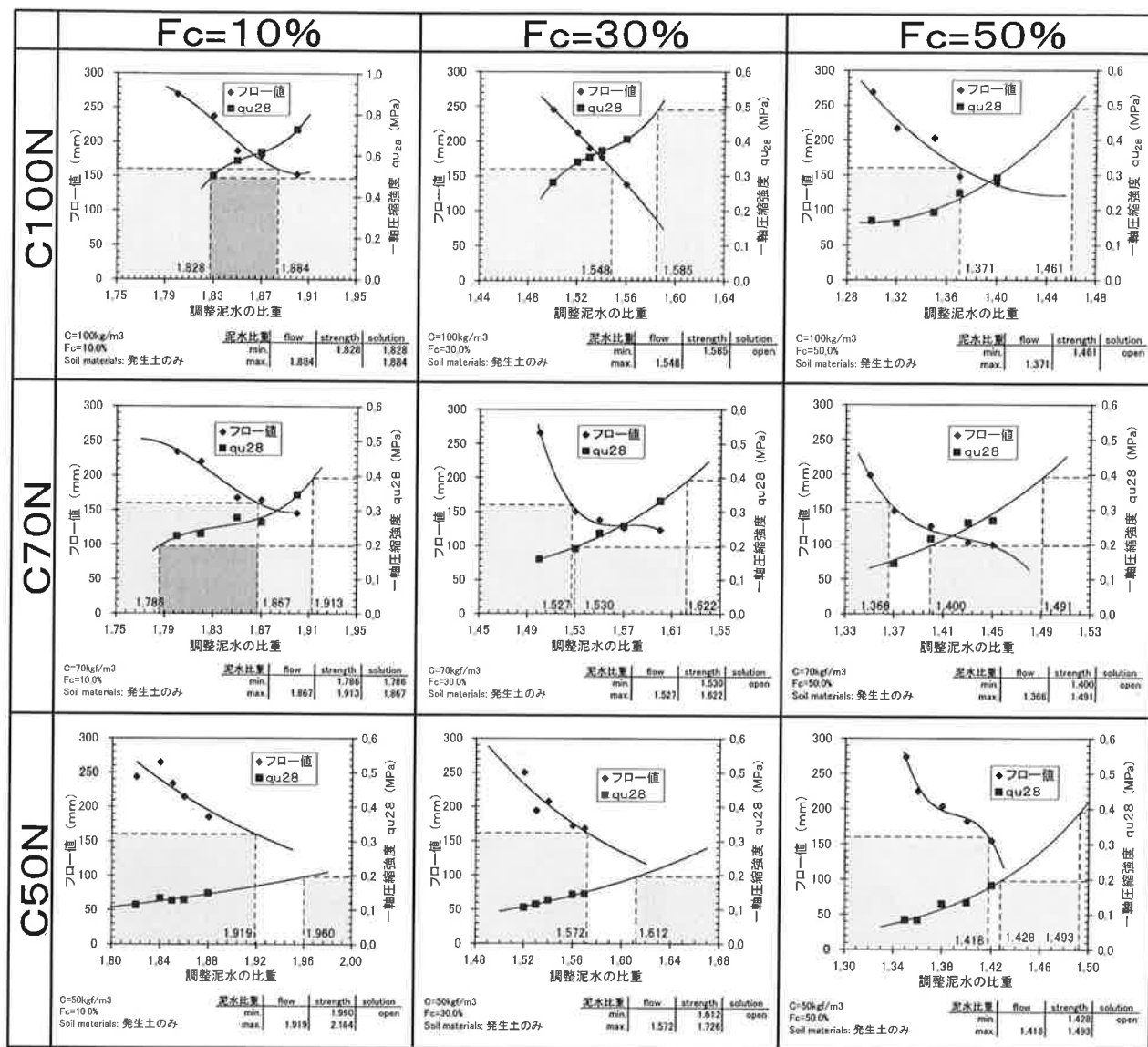


図-4 フロー値と一軸圧縮強度を共に満足する調整泥水の比重範囲 (Fc を発生土のみで調整した場合)

(3) 調整材の添加効果

調整材の添加効果を確認するために、パラメータである細粒分含有率 (Fc) を発生土だけで調整したケースと発生土と調整材を併用して調整したケースとで各実験結果を比較してみる。

① 調整材の添加がフロー値と一軸圧縮強度に及ぼす影響

図-5 は、前述したフロー値と一軸圧縮強度を共に満足する調整泥水の比重範囲を調整材の有無で比較した C100N のケースである。この図から、調整材を併用することで、一軸圧縮強度の基準値を満足する泥水比重の範囲が発生土のみで調整したケースよりも低い領域に推移していることがわかる。つまり、発生土だけで作り込んだ泥水よりも希薄な泥水で基準強度をクリアできるようになったことになる。また一方で、調整材の添加によりフロー値にあまり大きな変化を生じさせていないことがとても重要な特徴であるといえる。C70N, C50N に関しても同様の比較を行ったところ、一致した傾向を示すことが確認された。

以上の結果から、粒度調整材にはフロー値を大きく変えずに、一軸圧縮強度を満足する泥水比重の範囲を低い領域にシフトする効果があることがわかった。この効果を利用すれば、すべての品質管理項目を満足する泥水比重の設定が困難であった Fc 領域にあっても対応が可能となる。すなわち、調整材を必要量添加することにより、多様な Fc 値を有する発生土であっても、一軸圧縮強度、フロー値、ブリーディング率の各基準値を満足する流動化処理土として再生できるわけである。

また、調整材の適正なる添加量を算定するために、調整材添加量とそれに伴う設定泥水比重範囲の低減量の相関をもとめた (図-6)。この関係図を用いれば、品質管理上必要となる設定泥水比重の低減量に応じた最も合理的な調整材添加量が算出できることになる。

② 調整材の添加がブリーディング率に及ぼす影響

前項 (3.2 (2)) において、一軸圧縮強度を満足するように調整泥水の比重を設定すれば、ブリーディング率はほぼ基準値をクリアできることを既に述べた。しかし、細

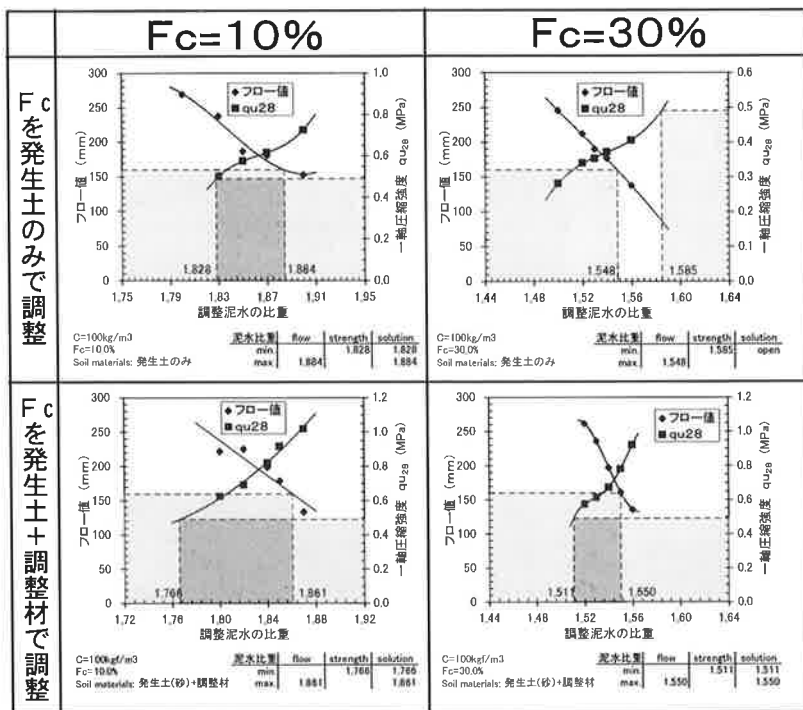


図-5 細粒分の調整材料の違いがフロー値と一軸圧縮強度を共に満足する泥水比重範囲に及ぼす影響 (C100Nの場合)

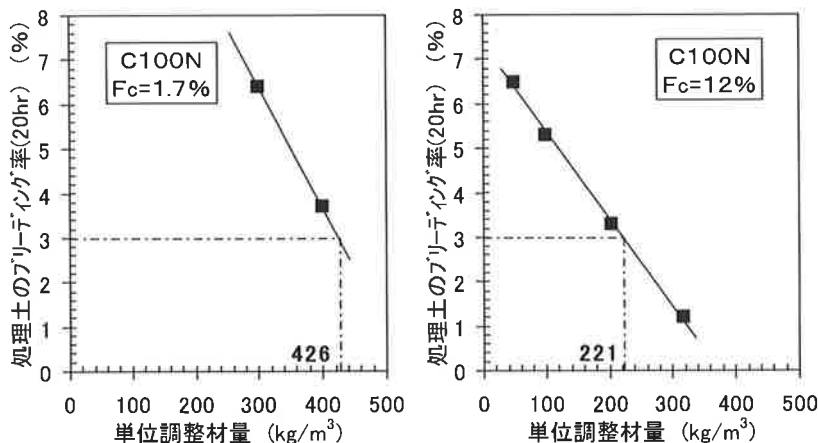


図-8 ブリーディング基準値 (3%以下) を満足する調整材添加量の F_c による違い (C100Nの場合)

粒分の少ない砂質土だけを流動化処理土に用いた場合には、材料の沈降が生じやすく、したがって基準値を上回るブリーディング率の発生が危惧された。そこで、細粒分含有率 30%以下の砂質土を用いた流動化処理土のデータを対象にして、調整材の有無がブリーディング率に与える影響について調べた (図-7)。この図より、調整材を添加しない場合のブリーディング率は、 $F_c=20\%$ 程度の発生土を用いた場合でも 1.0~2.0%前後の値を示しており、発生土の F_c がさらに低下した場合にはブリーディングが基準値を越える恐れがある。一方、調整材を一律 300kg/m³ 加えたケースでは、 $F_c=10\%$ でもブリーディング率は 0.5%前後と低い値に抑えられており、調整材が細粒分の少ない砂質土を用いる際のブリーディング抑制効果を有する

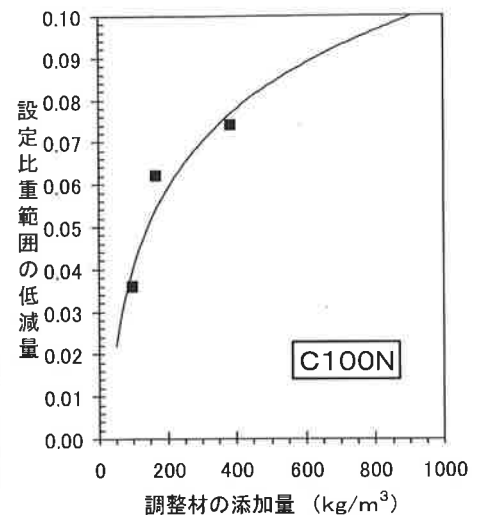


図-6 調整材の添加量と設定比重範囲の低減量の関係 (C100Nの場合)

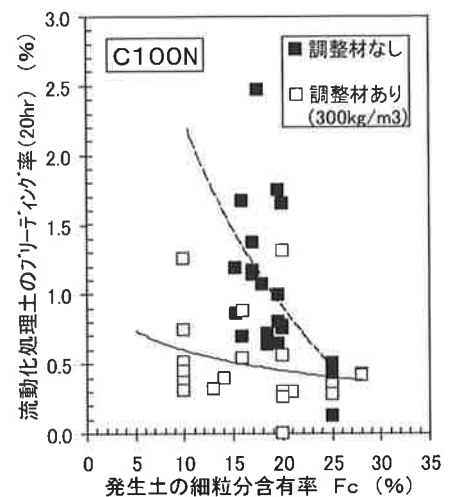


図-7 調整材のブリーディング低減効果 (C100Nの場合)

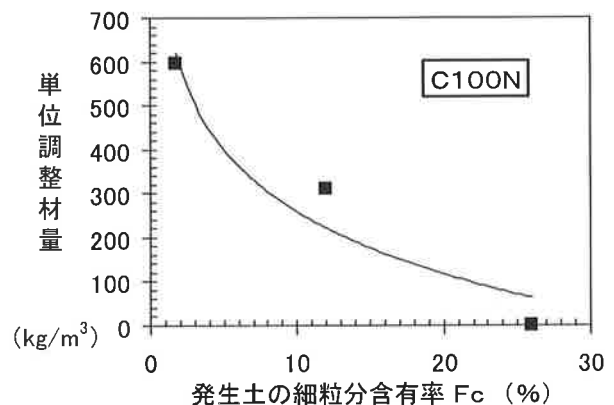


図-9 ブリーディング抑制のために必要となる調整材添加量と F_c の関係 (C100Nの場合)

ことを示している。なお、発生土の細粒分が 25%を越えてくると、発生土の細粒分自身がブリーディング抑制効果を発揮し出す結果、調整材の有無によるブリーディング率に差異が見られなくなるものとする。

さらに、調整材のブリーディング抑制効果を定量的に捉えることにより、ブリーディング基準値を満たすための適正な調整材量の算定を試みた。図-8 は、C100N シリーズにおけるブリーディング抑制に必要な調整材量を異なる F_c の発生土を用いたケースで比較した結果である。細粒分が極端に少ない砂質土の場合（左図）では、ブリーディング率を基準値の 3%以下にするために 426kg/m^3 の調整材が必要となるが、 $F_c=12\%$ の発生土の場合（右図）には 221kg/m^3 程度の調整材量で済むことになる。これらブリーディング抑制のために必要となる調整材量を F_c ごとにまとめたものが図-9 である。ここでは、前述の知見により $F_c=25\%$ で必要調整材量を 0 に収斂させている。この関係図を用いれば、ブリーディング抑制のための必要調整材量を F_c に応じて算定できる。なお、C70N、C50N についても調整材量算定用に同様の関連図を用意した。

3.3 品質管理チャートの作成

(1) 発生土だけを用いた流動化処理土の品質管理チャート

事前配合試験の結果から得られた知見に基づき、建設発生土を用いた流動化処理土の品質を評価・管理するチャートを作成した。これらのチャートにより、新港流動化処理プラントにおける品質管理手法の基本が確立するとともに、発生土だけで流動化処理土を製造する場合の品質管理上の問題点も浮き彫りになってきた。

図-10 は、発生土だけを用いた流動化処理土の品質管理チャートである。この図より、以下のことが言える。

- ①流動化処理土が強度、フロー値、ブリーディング率の各基準値をクリアするために設定すべき調整泥水の比重領域は、調整泥水中に含まれる細粒分量によって大きく変化する。
- ②C100N と C70N のケースでは、調整泥水の F_c が高くなるにしたがって、強度を満足するための比重領域とフロー値、ブリーディング率を満足するための比重領域が離れていく傾向にある。その結果、C100N では $F_c \geq$

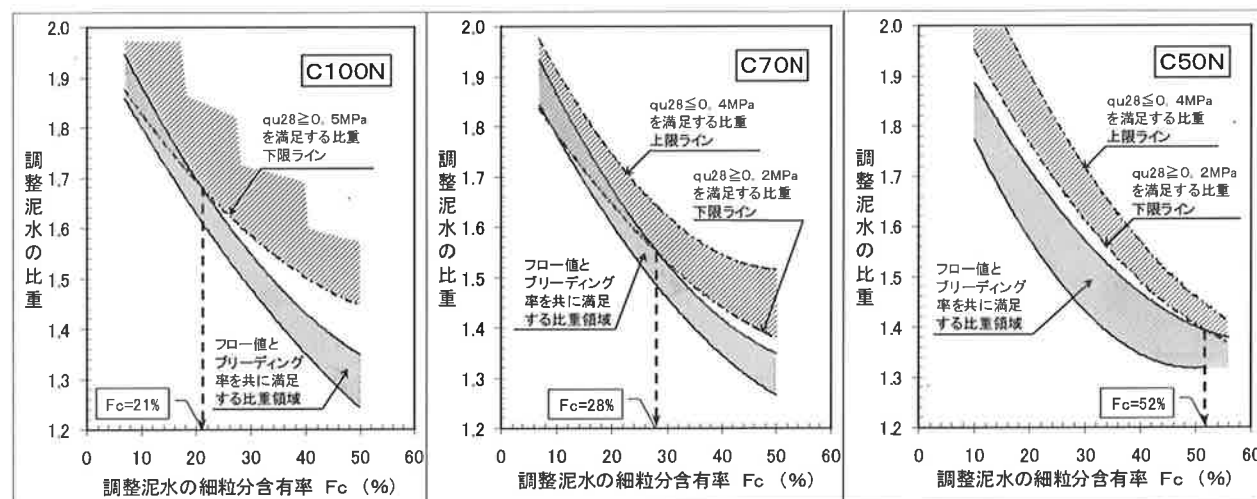


図-10 発生土だけを用いた流動化処理土（調整泥水の F_c を発生土のみで調整した場合）の品質管理チャート

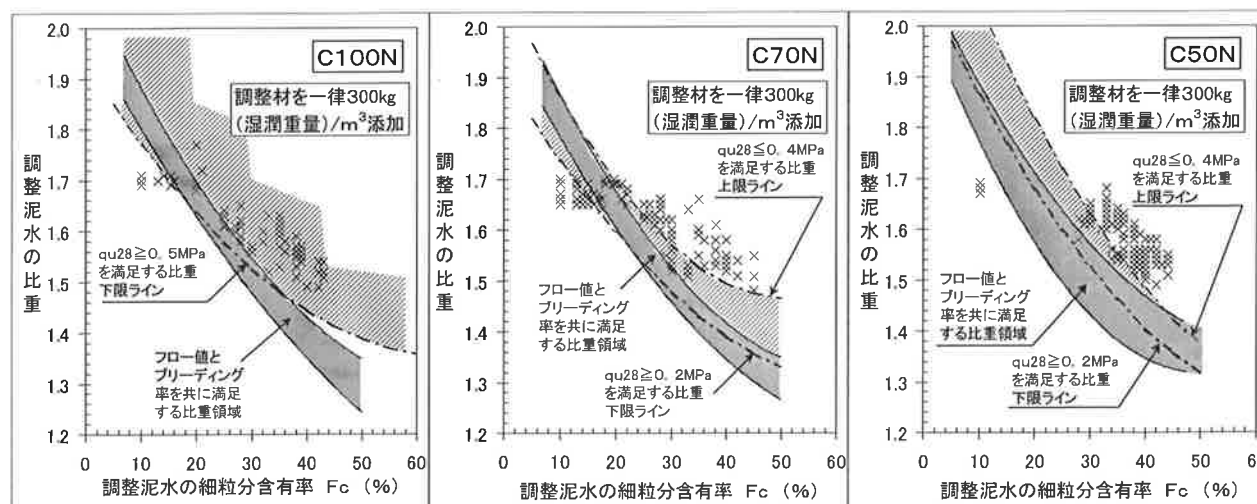


図-11 発生土に調整材を加えた流動化処理土（調整泥水の F_c を発生土と調整材で調整した場合）の品質管理チャートとプラント実測データの比較

21%, C70N では $F_c \geq 28\%$ となると全ての品質基準を満足する調整泥水の比重が設定できない。

- ③C50N のケースでは C100N, C70N のケースとは逆に、 F_c が高くなるにつれて強度を満足するための比重領域とフロー値、ブリーディング率を満足するための比重領域が近づく傾向にある。しかし、 $F_c \leq 52\%$ では全ての品質基準を満足する調整泥水の比重が設定できない。つまり、発生土だけを用いて流動化処理土を製造する場合には、品質基準を全て満足するための限界 F_c 値が配合区分ごとに存在することが明らかになった。

(2) 発生土と調整材を用いた流動化処理土の品質管理チャート

流動化処理土を発生土だけで作り込む場合に、上記のような問題が生ずるであろうことは事前検討の段階から、ある程度想定されたため、当該業務の仕様書には安定供給可能な調整材を一定量添加することが規定されたものとする。調整材の添加量とそれによってもたらされる2つの効果（設定比重の低減効果と砂質土におけるブリーディング抑制効果）の定量的な関係から、仕様書の標準配合に定められた単位調整材量 300kg/m^3 を一律添加した場合の品質管理チャートを作成すると図-11となる。調整材 300kg/m^3 の添加により、いずれの配合区分においても、ほぼ全域の F_c に対して調整泥水の比重設定が可能になり、一見、添加量の妥当性が示唆されているかのように見えるが、例えば C100N の場合、 300kg/m^3 の添加では $F_c \leq 15\%$ の領域で過剰気味、 $F_c \geq 35\%$ の領域で不足気味といった見方ができ、配合区分や F_c ごとに合理的な添加量が存在することがわかった。

3.4 品質管理チャートの妥当性

作成した品質管理チャートの妥当性を検証するために、図-11 中に平成 11 年 4 月末時点までのプラント実測データを×印でプロットした。これらのデータは、フロー値、ブリーディング率、一軸圧縮強度、全ての基準値をクリアしたものである。全体的に、実測データがチャートの比重設定領域よりも上方にプロットされる傾向にある。これは、フロー値よりも強度を第一義的に考え、泥水比重を若干安全側に設定したことによる。それでも、実際にはフロー値も満足していることを考えれば、チャートにおけるフローの限界線が若干低めに設定し過ぎているくらいがある。逆に、強度の設定ラインはかなり妥当な値を示しているものと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- ①母材となる現場発生土の細粒分含有率 (F_c) の値によっては、流動化処理土の強度と流動性を共に確保できなくなる限界領域があることが判明し、その限界 F_c 値は

配合の違いによって変化する。

- ②調整材は、相反する品質基準ともいえるフロー値と一軸圧縮強度を共に成立させる効果および砂質土を主材料として用いるときのブリーディング抑制効果を有することがわかった。
- ③調整材には、配合区分と発生土の F_c 値に応じた適正なる添加量が存在することを確認するとともに、条件に応じた必要添加量を算定して合理化提案を実現した。
- ④本研究の成果として作成した品質管理チャートにより、いずれの配合区分においても、ほぼ全域の F_c に対して調整泥水の目標比重値が設定でき、幅広い種類の発生土の利用を可能にした。

5. おわりに

これまでの流動化処理土の適用事例では、母材として比較的性状が一定である関東ロームやシールド泥水などが多く用いられており、それほど複雑な品質管理手法を必要としなかった。しかし、流動化処理土の適用範囲を拡大していくためには、幅広い性状の土に対して、一定品質の処理土を作り出せる品質管理技術が要求されてくる。その意味で、本研究の成果が、これら技術の一助となることを期待したい。今後は、実測データの蓄積により品質管理チャートの見直しを行うとともに、調整材の生み出す効果の要因についてさらに詳細な調査・研究を行っていく所存である。

謝辞：本文の執筆にあたり、神戸市交通局 海岸線建設室 西部建設事務所ならびに関西支店 新港作業所の全面的なご協力を得た。中でも、神戸市交通局 海岸線建設室 西部建設事務所 長光弘司氏には数々の貴重なご意見、ご指導を頂戴した。また、手納和敏所長はじめ新港作業所職員各位には、多忙な業務の中にあって試験の遂行にご尽力いただくと共に、貴重なデータのご提供を戴いた。末筆ながら、ここに深く感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1)久野悟郎 編著、(社)日本建設業経営協会中央技術研究所 流動化処理工法研究委員会 著：土の流動化処理工法—建設発生土・泥土の再利用技術—、技報堂出版、1997 年
- 2)田中：礫を混入した流動化処理土の強度特性、中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻 修士論文（未公開）、1996 年
- 3)建設大臣官房技術調査室 監修：発生土利用促進のための改良工法マニュアル、3-4 流動化処理工法、pp.84～103、財団法人土木研究センター、1997 年 12 月
- 4)笠井、長光、林原、高森、河原：流動化処理土の品質管理方法について（中間報告）、土木学会第 54 回年次学術講演会 講演概要集Ⅲ（投稿中）、1999 年