

砂粒子主体地盤の室内配合試験での今後の実施方法の一提案

中圧噴射システム (Q S J)

「 配合試験報告 及 品質管理試験結果 より 」

砂粒子が主体をなす地盤において、MITS工法におけるQSJ工法を施工する場合、W/Cが大きな室内配合試験で、混合試料がミキサー内で水、セメントミルク、砂に分離、モルタル詰りが不可能となった。

したがって、試験の困難さを報告し、今後のQSJ工法の配合試験の在り方を検討する参考資料になれば幸いである。

平成21年1月
営業部 陶山 明 作成

広島市 発注の御幸川河川改修に伴う地盤改良工事から

①改良地盤の物理的土質特性

改良される地盤は下表に示されるように、細粒分が極めて少なく、礫・砂分が約93%締める砂である。

試験土質の物理的性状

含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	粒 度 分 布 (%)			
		レキ	粗砂	細砂	細粒分
		≥2mm	2 ~ 0.42mm	0.42~ 0.075mm	≤0.075mm
18.4	2.031	18.8	51.5	22.4	7.1

②室内配合事前設定条件

設定条件

MITS (QSJ) 工法においては、改良地盤がN<15の砂地盤を対象にするため、下表のように設定された。

改良有効径 (mm)	600
水切削速度 (分/m)	2.0
引上げ速度 (分/m)	4.0
硬化材吐出量 (m ³ /分)	0.09

※改良径は改良地盤が、N<15の砂地盤であり、φ600mmとした。
QSJ中圧噴射システム積算資料 P-1

MITS配合計算結果

添加量 (Kg/m ³)	385	400	450
W/C	2.98	2.86	2.50

※QSJ中圧噴射システム技術資料 P-52

以上の結果から、設計添加量を400Kg/m³とした。

QSJシステムによるW/Cは80~300%の範囲を標準最大W/Cは300%以下に設定されている。

③事前配合結果

○一般的な供試体作成方法

一般的には、①図のように3供試体分をミキサーで混合攪拌し、モールドに配合試料をスプーンで詰める。

しかし、当試料のように粗～中粒砂が主体をなす試料は攪拌終了後、沈降速度が速いため、ミキサー内で砂、セメント、水が分離し、モールドに詰める時には分離した試料であるため、同一添加量になるべき供試体が各々異なった添加量となり、この方法は適用できなかった。

○今回の方法 (②図参照)

したがって、1供試体分の試料をミキサーで混合攪拌し、φ5cmのビニール袋に流込み、吊した状態で養生した。

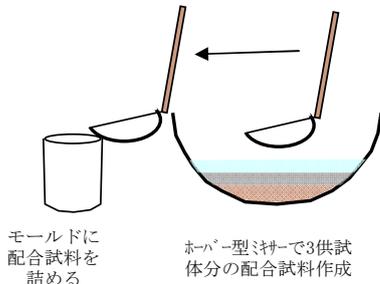
吊した直後からブリーディングが始まり、比較的早くから③図に示すような分離状況になる。

しかし、このように粗粒土が主体をなす土は当方法に依らなければ、供試体作成が困難な状況であった。

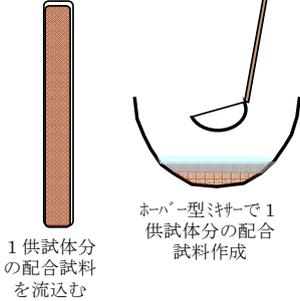


養生状況

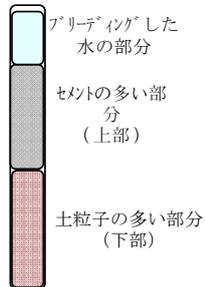
①図 3供試体作成状況



②図 1供試体作成状況



③図 供試体作成状況



事前配合試験結果 ※ベントナイトは材料の分離防止のため使用

添加方法	添加量 (Kg/m ³)	圧縮強度 σ_7 (KN/m ²)			
		ベントナイト無		ベントナイト有	
		上	下	上	下
スラリー (W/C=2.86)	400	1,102	150	1,081	315
		1,175	107	390	357

分離水量 (平均値)

ベントナイト無	ベントナイト有
177.1g	119.2g

※ベントナイト (ケゲルFS)

③図 分離状況 (平均値) (cm)

	水	セメントミルク	砂+セメント	W/C
ベントナイト無	10.3	11.7	17.3	1.50
ベントナイト有	7.3	—	31.3	2.00

※分離水を無視した場合

④配合試験による圧縮試験結果

供試体は配合材料が上部のセメントが多い部分から下部の砂が多くなるように、随時深度の変化に伴い、セメントミルクの混入量が上部から下部に向かって多い方から少ない方へ変化している。

したがって、上部と下部を個別に試験した。

試験結果、添加量400~550Kg/m³までは上部のセメントミルク主体の供試体が下部の砂粒子主体の供試体よりも強度が高いが、添加量700Kg/m³では、逆転し、下部の砂粒子が多い方の供試体が高い強度となった。

施工箇所における圧縮強度は、堆積している砂層にミルクを噴射攪拌するため、室内配合試験が試料の自由沈降が出来る状況であるのに反して、施工においては多少のブリーディングの発生が予測されるものの、ミルクを砂の間隙に残してくるような混合になるものと推測される。

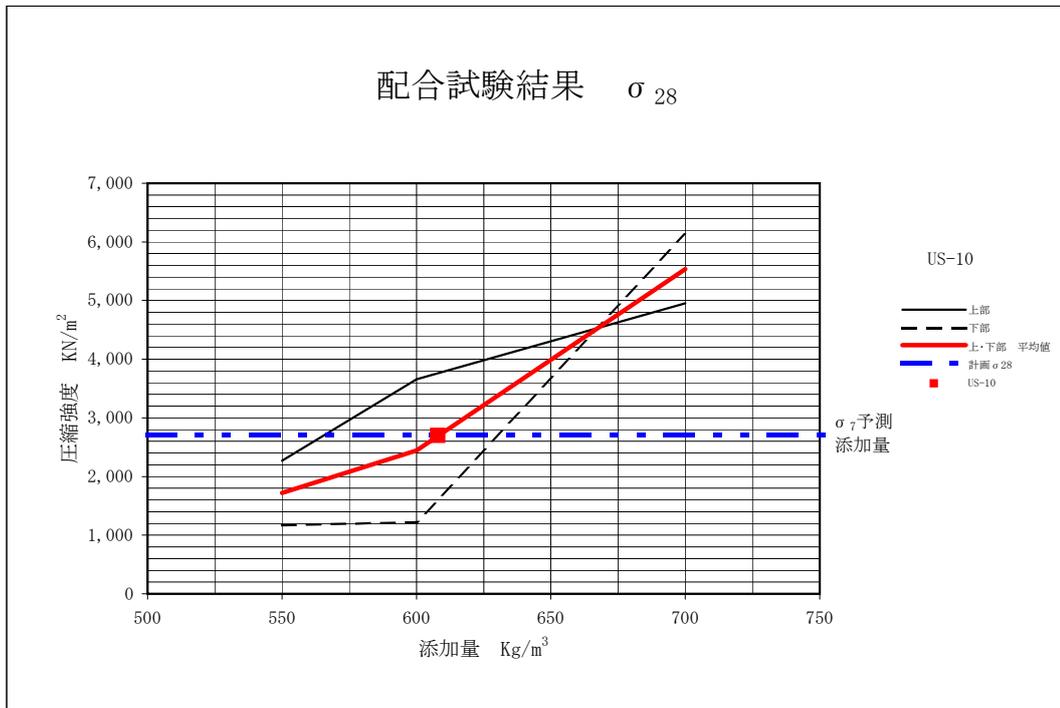
したがって、現場強度は上部と下部強度の中間値程度の圧縮強度になるものと考えられる。

ただし、砂層の粒度分布が河川縦断・横断的に異なっているものと思われ、確認試験結果にバラツキが大きく出るであろうことが危惧される。

配合試験結果 (Q S J)

予測 σ_7 1,800
計画 σ_{28} 2,700 KN/m²

試験材令		σ_7			σ_{28}			添加量 Kg/m ³	
添加量 Kg/m ³	水セメント比 W/C	550	600	700	550	600	700		
US-10	上部	1,361	2,708	2,671	2,374	3,297	4,675	533	
		1,094	2,640	2,524	2,247	3,635	4,500		
		527	2,475	2,652	2,183	4,045	5,684		
	平均値	994	2,608	2,616	2,268	3,659	4,953		
	下部	746	684	3,044	1,329	1,301	5,566		612
		779	683	3,449	1,060	1,213	6,712		
		718	866	—	1,117	1,159	6,085		
	平均値	748	744	3,247	1,169	1,224	6,121		
	上・下部 平均値	871	1,676	2,932	1,719	2,442	5,537	579	



⑤中圧噴射攪拌工法の提案添加量

配合試験結果からは現場強度は上部供試体と下部供試体の中間程度の強度になるものと推測されるが、上記したように河川縦横断的な土粒子のバラツキ、および施工環境による施工精度を勘案すると、下部の砂粒子が多い方が、添加量を必要とするので、安全サイドを考慮し、ここでは下部での推測値を提案した。

なお、室内における配合設計にブリーディングによる材料分離という問題点があったため、現場において確認配合試験を実施するのが望ましいと判断した。

添加材名	区分	添加量 Kg/m ³		特 長
		推定	提案	
US-10	一般軟弱土用	596	600	砂質土粘性土汚泥等、幅広い土質に対応する。

※添加材

宇部三菱セメント（株）製品

⑥試験施工結果（添加量600Kg/m³）

測点	杭番号	材令(日)	測定位置	試験値	測点強度
試験施工 NO. 9	C-R-79	7	上	1,428	1,547
			中	1,275	
			下	1,938	
		28	上	1,383	2,526
			中	2,710	
			下	3,486	

現場試験施工の結果、中圧噴射地盤改良工は添加量600Kg/m³で満足できる強度が確認できた。したがって、本施工の添加量は600Kg/m³で実施することとする。

⑦品質管理試験結果

測点	杭番号	材令(日)	測定位置	試験値	測点強度	※現場設計強度 $\sigma = 900\text{KN/m}^2$ ※室内目標強度 $\sigma_{28} = 2,700\text{KN/m}^2$
NO. 2	A-R-44	21	上	3,479	2,980	
			中	2,892		
			下	2,570		
NO. 5	B-L-81	33	上	7,059	5,901	
			中	4,104		
			下	6,539		
NO. 8	C-L-51	28	上	2,066	3,356	
			中	3,956		
			下	4,046		

中圧噴射地盤改良工の確認試験結果、全ての確認試験で現場設計強度をクリアした結果を得た。

⑧砂主体の室内配合試験で、実施方法の一提案

中圧噴射攪拌工法のようなW/Cの大きな場合、ミキシング後早々にブリーディングが生じ、材料が分離するのが一般的である。

したがって、面倒ではあるが一供試体分でのミキシングをおこない、φ5cmのビニール袋に流込み吊した状態で養生させ、セメントが多く上部と、砂粒子が多い下部で別々に圧縮試験用の供試体を作成する。

作成した供試体で圧縮試験を実施し、上・下部の平均値を試験添加量の圧縮強度とし、添加量一圧縮強度関係グラフから室内目標強度を満足する添加量を決定する方法を提案する。

なお、コストアップになるが、事前に決定添加量で試験施工し、確認されることが望まれる。