

養生温度を考慮した粒状固化処理土の配合設計と施工品質管理事例

(株)アイコ 正会員 ○鈴木 安土
 (株)アイコ 正会員 中村 吉男
 (株)シンコー 小笠原 陽
 愛知工業大学 正会員 奥村 哲夫

1. はじめに

安定処理の室内配合試験における養生方法は、現場条件を加味し行うことを原則としているが、一般には処理した試料を密閉して±20℃での恒温養生する方法が採用されている¹⁾。安定処理に用いられる固化材あるいはセメント系の改良材を含む自硬性汚泥の固化特性は水和反応に起因するものであり、養生温度が低くなるに従い強度の発現が緩慢²⁾になり、寒冷地の冬期施工においては、養生温度について十分配慮した配合試験を行う必要がある。本報は、粒状固化工法³⁾により自硬性汚泥を安定処理するに際し、養生温度を変化させて行った室内配合試験と実施工における品質管理結果について報告するものである。

2. 室内試験方法

試験に用いた泥土は、高圧噴射攪拌工法により発生した自硬性汚泥であり表-1 に示す試験条件により配合試験を行った。

室内配合試験における養生方法は図-1 に示すとおりであり、断熱材で保護した水槽に不凍液を混合した水を満たし、これをサーモスタット内臓の冷却装置にて設定温度まで冷却し、水槽内を循環させることにより水槽内を恒温状態とする。固化処理土は、乾燥しないよう、ビニール袋に入れて密閉し、所定の期間恒温水槽内で養生する。ここで、養生温度は、冬季（12月～3月）の月平均気温を現場近傍の観測所の気象データ（最大10.8℃、最小0℃）より求め、これに標準養生温度（20℃）を加え3水準とした。養生日数は、現場での施工条件より1, 3日とした。粒状固化工法では、泥土を団粒化させ粒状に生成するために高分子凝集剤を10～15kg/m³添加し、その後、泥土の流動状況に応じて、固化材を80～200kg/m³添加する。ここでは既往実績を踏まえ表-1 に示す配合量を選定した。

表-1 試験条件

養生温度	℃	0, 10, 20
養生日数	日	1, 3日
高分子添加量	kg/m ³	10, 15
固化材添加量	kg/m ³	80, 130, 180, 230 ^{*)}
処理土品質評価指標		コーン指数試験 (JGS T 716)

*230kg/m³添加は0℃養生のみ実施した。

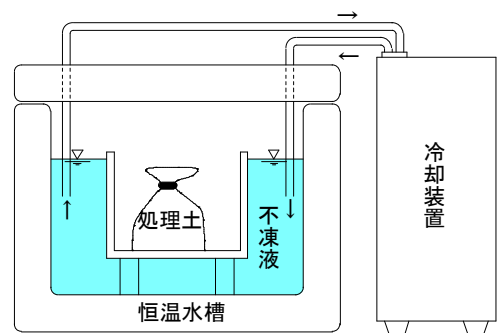


図-1 養生方法

3. 試験結果

図-2 は、高分子凝集剤 10kg/m³ 添加処理土の 1 日養生後のコーン指数を、固化材添加量との関係で整理したものである。同図において各養生温度のコーン指数は 0℃養生で $q_c=14\sim 449\text{kN/m}^2$ 、10℃養生で $q_c=113\sim 934\text{kN/m}^2$ 、20℃養生で $q_c=177\sim 1,600\text{kN/m}^2$ であり標準養生温度 20℃に対し、0℃では 2 割程度、10℃の養生温度では 6 割程度の強度発現にとどまることがわかる。なお、同様に整理した他の養生条件の結果についてもほぼ類似した結果が得られている。また、図中併記した数値は、 $q_c=400\text{kN/m}^2$ となる固化材添加量を読みとったものであり、

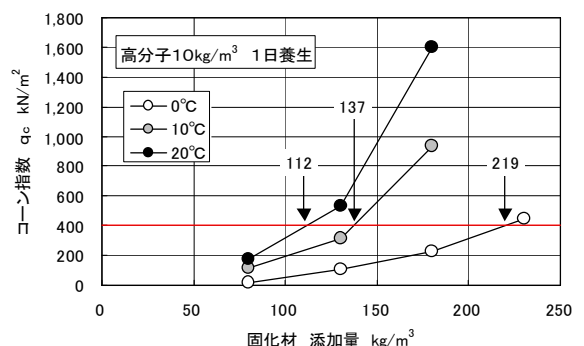


図-2 固化材添加量とコーン指数の関係 (高分子凝集剤 10kg/m³ 添加, 養生 1 日)

キーワード 建設汚泥, 配合試験, 安定処理, コーン指数, 養生温度

連絡先 〒470-0356 豊田市八草町来姓 1250 番地 (株)アイコ Tel.0565-48-6048

例えば、20℃養生では112kg/m³の固化材添加で $q_c=400\text{kN/m}^2$ を得ることを意味する。処理土の流用は1日養生後で造成地に搬出し、3日後に敷均・締固めを行うことを想定して処理土の要求品質を設定しており、1日養生後 $q_c \geq 400\text{kN/m}^2$ （第3種処理土）3日養生後 $q_c \geq 800\text{kN/m}^2$ （第2種処理土）としている。

図-3は上述した方法で求めた養生温度と目標品質($q_c \geq 400\text{kN/m}^2$)を満足するために必要な固化材添加量の関係を示したものであり、図中○印及び()内の数値は、高分子凝集剤添加量10kg/m³と15kg/m³の結果から案分し、既往工事にて採用されている高分子凝集剤添加量12kg/m³における必要固化材添加量を示している。図より、養生温度を考慮した固化材添加量は、標準養生温度20℃に対し、10℃では約1.4倍、0℃では約2倍の配合が必要であることがわかる。

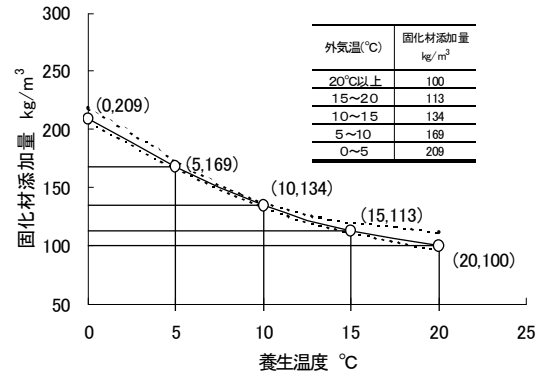


図-3 養生温度と固化材添加

標準養生温度20℃に対し、10℃では約1.4

3. 実施工による粒状固化処理土の品質管理結果

実施工では、上述した設計配合の指標値に基づき実機による試験練りを行った。この結果、標準養生温度20℃での添加量では要求品質を満足する処理土を生成することは難しいが、上述した設計配合の指標値より少ない固化材添加量で処理土の要求品質が確保されることが確認された。これより、発生汚泥の流動特性と処理土の生成状況に応じて固化材の添加量を制御する方法で固化処理を行った。図-4は実施工での品質管理試験結果について、外気温（現場近傍観測所の日平均気温）と日平均固化材添加量及び処理1日後のコーン指数の関係を整理したものである。図で明らかなように固化材の添加量は、室内配合試験で設定した配合より少ない量で、要求品質 $q_c \geq 400\text{kN/m}^2$ を満足していることがわかる。このことは、ここで行った室内配合試験より得られる固化材添加量は、安全側の数値を与え、過剰な添加量を見積もることを意味する。この要因として、発生泥土の性状のバラツキや固化材と泥土の混練性、養生条件等配合試験と現場施工での差違が考えられるが、養生条件の面から現場施工に有意と思考される事項を挙げると次のようになる。

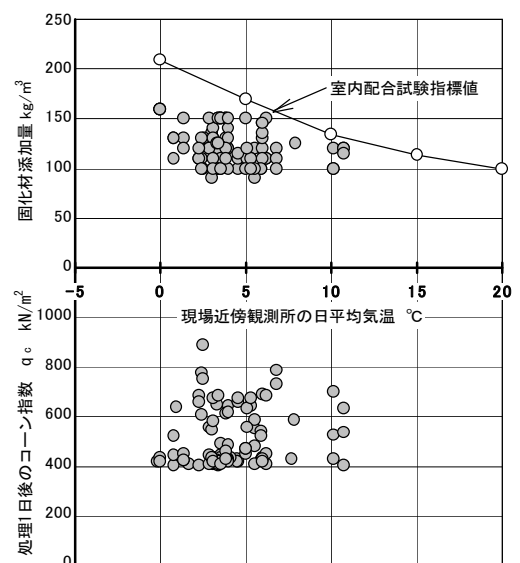


図-4 外気温と固化材添加量及び q_c の関係

実施工での処理土量は、500~1,500m³/日であり、処理土は逐次山積みされ貯蔵（仮置き）される。仮置き土の表面は外気に晒されるが、仮置き内部の温度は水和反応による発熱によって上昇することが想定される。一方、室内配合試験での試験試料の混練は、2,000cm³であり、恒温養生槽の温度制御に対し処理土の蓄熱効果は極めて小さい。

4. あとがき

室内試験において、養生温度が自硬性汚泥処理土の強度発現に与える影響が大きいことが判った。しかし、日平均温度から養生温度を設定し恒温養生を行った処理土の強度から配合量を定める方法は、過剰な添加量を見積もり、実際の施工条件と養生条件を更に吟味した試験を行う必要がある。今後は、仮置き土の温度データ等を集積し、試験方法の改良を行うとともに、処理土の室内/現場強度との比較を通じて、施工管理手法の確立を図りたいと考えている。

参考文献

- 財団法人先端建設技術センター「建設汚泥リサイクル指針」p. 50, 2001
- 社団法人セメント協会「セメント系固化材による地盤改良マニュアル」第二版, p. 39, 1994
- 永松郁生他：循環型社会形成を目指した泥土（建設汚泥）の再生利用技術について、土木学会土木シンポジウム, pp75-80, 2005