

III-33

深層混合処理用固化材による処理土の断熱温度上昇と強度特性

三菱鉱業セメント株式会社 正会員 堤 徹郎
田中義男

1. はじめに

深層混合処理工事では、改良体が巨大なブロックや厚い壁を形成するため、セメントの水和に伴って発生する熱が蓄積され、断熱状態に近い雰囲気中で養生される。過去、この種の工事には、普通ポルトランドセメントや高炉セメントが多用されてきたが、このような温度上昇によって初期から高強度となるため、最近では、硬化の遅いセメント（遅硬セメント）が開発され、使用実績も増えつつある。しかし、その断熱温度上昇に関しては、未解明な点も多い。本報告では、中庸熱ポルトランドセメント（MP）と高炉水さい粉末（slag）を種々の割合に配合した中庸熱系遅硬セメント（DMC）について、処理土の断熱温度上昇と断熱養生に伴う強度発現特性を比較検討した。

2. 実験概要

(1). 試料土の性状

本試験で使用した試料土は広島湾、横浜港の海底沖積粘土である。試料土の土質試験結果を表1に示す。

(2). 固化材

固化材はslagとMPを70:30, 75:25, 80:20に配合したものを用い、添加量は160, 180, 200kg/m³とした。

(3). 供試体の作製、養生および一軸圧縮試験

水/固化材=60%の固化材スラリーを試料土に添加し、ソイルミキサーで10分間混合後、φ5cm, h10cmの鋳鉄製モールドに気泡が残らぬように詰め、一軸圧縮試験用供試体を作製した。供試体は密封し、20℃または断熱温度上昇に追従する蒸気養生槽で養生（断熱養生）後、一軸圧縮試験を行なった。なお、断熱養生供試体は材令14日以降38℃一定で養生した。また、混練水は人工海水を用いた。

(4). 断熱温度上昇試験

処理土をφ15cm, h16cmのブリキ製容器に詰め密封後、空気循環タイプの断熱温度上昇試験装置に入れ、材令14日までの断熱温度上昇量を測定した。

3. 実験結果

3.1. 処理土の断熱温度上昇

処理土の断熱状態における温度上昇曲線を図1に示す。なお、この場合の温度上昇量とは、断熱状態で養生した各材令の供試体中心温度から、混練直後の供試体温度を差引いた値である。

slagとMPの配合割合を変化させた場合、いずれの試料土でもMP配合量が増えるに従い、また、DMC添加量が多くなるに従い、温度上昇は大きくなる。しかし、その温度勾配は試料土によって異なっており、広島粘土では、slagとMPの配合割合やDMC添加量が多少変化しても上昇曲線はあまり変化せず、初期から高い温度上昇を示すが、横浜粘土は配合割合や添加量の変化が温度上昇の変化に顕著に影響する。特に、slag:MP=80:20では両者の差が明確であり、広島粘土は初期から温度上昇が大きいのに対し、横浜粘土は緩やかに増加している。

3.2. 断熱養生による処理土の強度発現性

断熱養生による処理土の一軸圧縮強さと材令の関係を図2に示す。図2から、広島粘土は初期から高い強度を示すのに対し、横浜粘土は初期強度が低く、材令3日を過ぎて急激に強度が発現する。特に、MP配合量の少ないものはその傾向が著しい。また、長期強度（材令91日）はMP配合量の増減よりもDMC添加

表1. 試料土の土質試験結果

試験項目		広島粘土	横浜粘土
自然含水比 (%)		75.2	79.1
単位体積重量(gf/cm ³)		1.544	1.523
土粒子の比重		2.66	2.63
コンシ ステン シー	液性限界 (%)	64.6	80.5
	塑性限界 (%)	29.0	36.1
	塑性指数	35.6	44.4
粒度	砂 分	3.7	7.6
組成	シルト分	44.3	57.4
	(%) 粘土分	52.0	35.0
有機物含有量 (%)		3.9	4.1

量の増減に大きく左右される。したがって、この種の材料で遅硬性を際立たせるためには、MP配合量の少ないDMCを大目に添加する方が有効といえよう。

また、各材令における20℃養生強度を100として、断熱養生強度を百分率で表わしたのが図3である。図3から、MP配合量の多いものは断熱養生の効果が材令7日頃に大きくなるが、MP配合量の少ないものは材令28日頃がピークとなる。また、材令91日では、いずれの配合、粘土でも、20℃養生強度のほぼ1.5倍に収束している。

3.3. 断熱温度上昇および強度発現性と対象粘土の反応性について

広島粘土のように断熱温度上昇が初期から著しいものは、強度も初期から高く、逆に、横浜粘土のように断熱温度上昇が緩やかなものは、強度も初期は低くなっており、断熱温度上昇と強度発現は密接な関係がある。slagを多量に含むDMCの強度発現はDMCの反応のメカニズム^{1), 2)}に示すように、slagの水和の進行度によるところが大きい。しかし、slagの水和はCa(OH)₂のアルカリ刺激作用によって反応が進行するため、Ca(OH)₂との反応性の良い粘土鉱物が存在すると、Ca(OH)₂が粘土に吸着され、強度発現は遅れ、したがって断熱温度も緩やかに上昇する。反応性の悪い粘土では逆の結果となる。今回試験した2種類の粘土では、横浜粘土が反応性よく、広島粘土が反応性が悪いことを確かめている¹⁾。

4. まとめ

以上の試験結果から、深層混合処理用固化材として適応している遅硬セメントによる処理土の断熱温度上昇と強度発現に関して、次のことが明らかになった。(1). MP配合量が多いものほど、また添加量が多いものほど、処理土の断熱温度上昇は初期から大きい。温度上昇曲線は対象粘土によってかなり異なる。(2). 強度発現と断熱温度上昇は関係が深く、強度の高いものは温度上昇も著しい。これらは対象土の粘土の反応性に支配される。(3). 20℃養生強度と断熱養生強度の比率は材令や配合によって多少異なるが、材令91日ではほぼ収束し、20℃養生強度の1.5倍程度になる。

<参考文献>

- 1). 堤他; 第20回土質工学研究発表会, 1717~1718 (1985)
- 2). 堤他; セメント技術年報, 494~497 (1985)

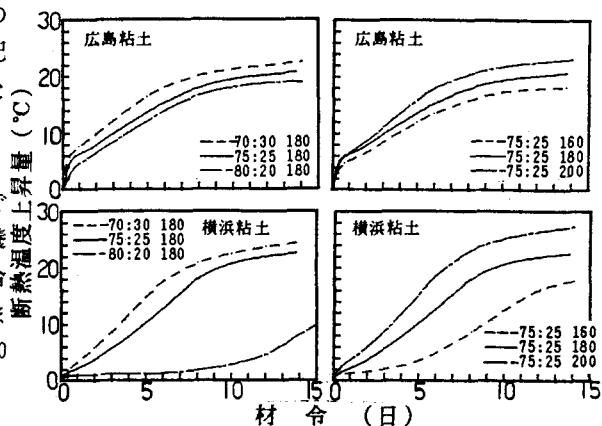


図1. 処理土の断熱温度上昇

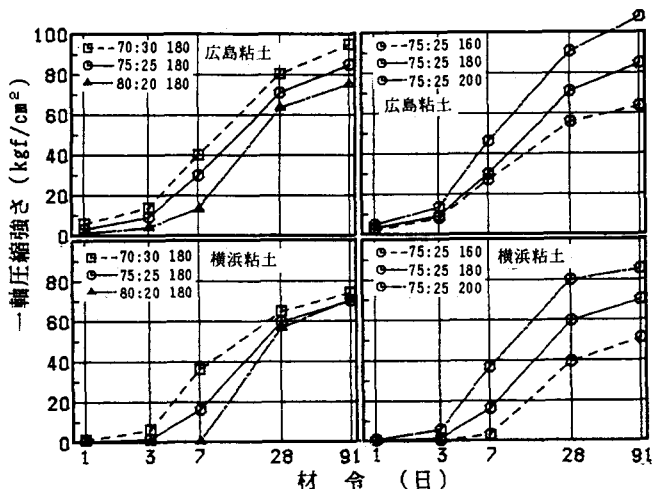


図2. 断熱養生による処理土の一軸圧縮強さ

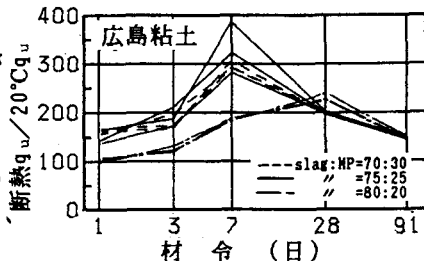


図3. 断熱養生強度/20℃養生強度