Organo-modified reservoir sludge を用いた撥水性コンクリートの凍結融解抵抗性に関する実験的研究

東北学院大学工学部　学　生　員　○上野　啓
東北学院大学工学部　正　会　員　武田　三弘
東北学院大学工学部　フェロー会員　大塚　浩司
國立成功大學　郭　文毅

1. はじめに

現在、台湾ではダム汚泥の処理問題が深刻化している。これまで産業廃棄物として埋め立て処分してきたが、それも困難な状況になってきている。また、撤去したダム汚泥は建設資材や農業用の土として再利用されるものの、その割合は少量である。そのため建設資材等でダム汚泥の利用拡大を目指し、コンクリートの材料である細骨材の代用品としてダム汚泥を使用する研究の試みがなされた。研究の結果、ダム汚泥を焼成し、不純物を取り除き、有機物を加えたところ Organo-modified reservoir sludge（以下 OMRS）が開発[1)]された。この OMRS は細骨材との置換の割合が 30%以内であれば、コンクリートに高い撥水性をもたせ、10%以内であれば良いワーカビリティを得ることが分かっている。ここで、東北地方のような凍結融解作用をうける環境のコンクリート構造物に、この OMRS を用いた撥水性コンクリートを使用すれば、凍結融解作用に対して、高い抵抗性を持つのではないかとの発想に至った。

そこで本研究では、OMRS を用いた撥水性コンクリートが、凍結融解作用に対する抵抗性を持つかどうかを調べるために、凍結融解試験を行い、普通コンクリートと撥水性コンクリートにおいて、セメントの種類、水セメント比および OMRS の置換率の違いによるスケーリング量の比較を行った。

2. 実験方法

供試体は角柱型枠(100×100×400mm)で作製したコンクリート角柱を一辺 100mm の立方体にカッティングした。試験面はそれぞれの打設底面とし、高さ 20mm のシリコン製の堤を作製した。その中へ水溶液を入れ、汎用大型冷凍庫と恒温恒湿室を使用し凍結融解試験(-20℃ー+20℃)を行った。ここで、OMRS を 0,1,5 および 10%細骨材と置換したものをそれぞれセメントの種類別に 4 種類の計 8 種類を各 3 体ずつ作製し、これらの平均のスケーリング量を採取して凍結融解抵抗性を評価した。なお、水溶液は試験面の劣化状況を早期に観察するという点から塩水(Nacl3%)を用いた。なお、OMRS を 10%細骨材と置換して作製したコンクリートは、あまりに粘性が高かったので高性能減水剤を用い、ワーカビリティを確保した。供試体条件一覧を**表ー1**に、供試体完成図を**写真ー1**に示す。

表-1 供試体条件一覧

セメント種類	水セメント比	OMRS 置換率	寸法
普通ポルトランドセメント	65%	0%	100×100×100 (mm)
		1%	
		5%	
		10%	
早強ポルトランドセメント		0%	
		1%	
		5%	
		10%	

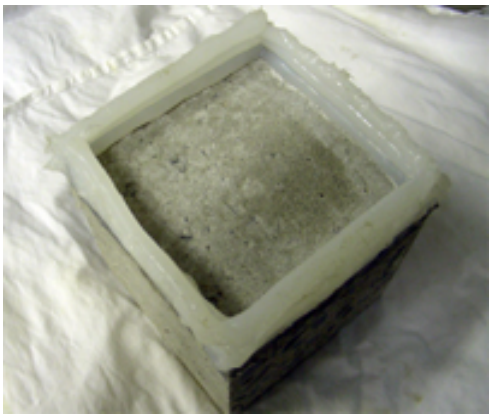

写真-1 供試体完成図

3. 実験結果

表-2 は供試体の圧縮試験結果一覧である。細骨材と OMRS を置換した場合には、圧縮強度が低下する傾向を示した。OMRS を細骨材と 5%置換した場合の長期養生における、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの強度増

加について調べた結果(表-3)、28 日強度は 16.3N/mm^2、56 日強度は 17.0N/mm^2、91 日強度は 17.5N/mm^2 となり、長期的に水和反応が進んでいるのではないかと考えている。

図-1 は普通ポルトランドセメントを使用した際の、OMRS 置換率別の 15 サイクルまでの総スケーリング量を表したグラフである。図より、OMRS を細骨材と置換した撥水性コンクリートは、普通コンクリートよりも強度が低いのにも関わらずスケーリングが抑えられる結果を示した。図-2 は早強ポルトランドセメントを使用した際の、OMRS 置換率別の 15 サイクルまでの総スケーリング量を表したグラフである。この図から、OMRS を細骨材と 1%および 5%置換した普通ポルトランドセメントと早強ポルトランドセメントとの、スケーリング量の比較を行った結果、1%置換した場合は、セメントの種類によるスケーリング量に顕著な差は観られなかった。しかし、5%置換した場合は、普通ポルトランドセメントよりも、早強ポルトランドセメントを用いた方が、スケーリング量を抑える結果となった。

表-2 圧縮強度結果

セメント種類	OMRS 置換率	圧縮強度 (N/mm^2)
普通ポルトランドセメント	0%	25.6
	1%	12.6
	5%	16.3
	10%	13.4
早強ポルトランドセメント	0%	22.0
	1%	13.3
	5%	13.4
	10%	19.0

表-3 圧縮試験結果(長期養生)

セメント種類	OMRS 置換率	養生日数	圧縮強度 (N/mm^2)
普通ポルトランドセメント	5%	28 日	16.3
		56 日	17.0
		91 日	17.5

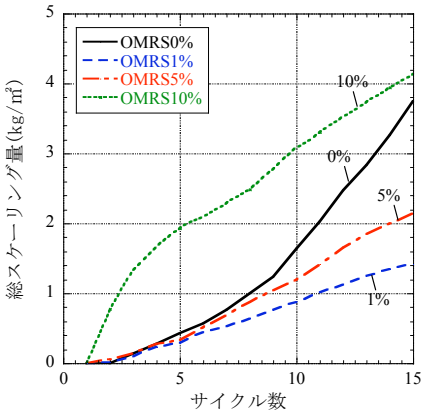

図-1 普通ポルトランドセメントを使用した際の総スケーリング量

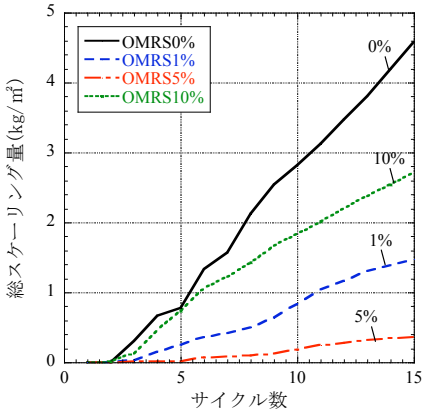

図-2 早強ポルトランドセメントを使用した際の総スケーリング量

4. まとめ

本実験の範囲内で以下の事が言える。

(1) OMRS を細骨材と置換した撥水性コンクリートは、置換率 10%以下の場合、いずれも圧縮強度は減少する傾向が見られたが、91 日までの長期養生では、強度は増加する傾向がみられた。

(2) 普通ポルトランドセメントを用いた OMRS を細骨材と置換した供試体に対して、15 サイクルの凍結融解試験を行った結果、1%および 5%置換した条件において、置換しないものに比べスケーリングを抑える効果が見られた。特に 1%置換した条件において 63%減少させる効果がみられた。

(3) 早強ポルトランドセメントを用いた OMRS を細骨材と置換した供試体に対して、15 サイクルの凍結融解試験を行った結果、置換した全ての条件において、置換しないものに比べスケーリングを抑える効果が見られた。特に 5%置換した条件において約 90%減少させる効果がみられた。

参考文献

1) Wen-Yih Kuo, Jong-Shin Huang, Tsze-Eng Tan: Organo-modified reservoir sludge as fine aggregates in cement mortars

謝辞

本実験に際し、東北学院大学工学部土木工学科平成 19 年度大塚・武田研究室生、菊池雄一氏、近村徹也氏、小山貴弘氏の協力を受けた。ここに謝意を表する。