

海外の細骨材の品質がモルタルの圧縮強度に及ぼす影響

金沢工業大学大学院 学生会員 ○畑中 達郎, 正会員 宮里 心一
東急建設株式会社 正会員 鈴木 将充, 正会員 伊藤 正憲

1. はじめに

近年, 建設業の海外工事受注額は年々増加しており, 2014年度には過去最高を記録している¹⁾。海外における工事, 例えば, コンクリート工事では, その国で定められているコンクリート規格に従って工事が行われている場合もあるが, 東南アジアを中心とした国々では, 規格がない場合や, JIS や BS など先進国の規格に準拠する場合, さらに複数の規格を併用している場合もある。特に最近では, 地域的に急激に建設需要が高くなり, 安定した品質の骨材の調達が難しく, 規格に適合しない低品質な骨材を使わざるを得ない場合があり, 所要の強度が得られない場合やばらつきが大きく, 工事の進捗に影響を及ぼすことも考えられる。

そこで, 本実験は, 数種の海外の細骨材を対象とし, これがどの程度の品質であるのか, さらに強度に及ぼす影響がどの程度あるのか把握することを目的として実施したものである。

2. 実験概要

2. 1 実験ケースと細骨材の物理的性質

実験ケースと試験に用いた細骨材の物理的性質を表1に示す。細骨材は, 日本の山砂および砕砂を基準として, A国およびB国の川砂, 砕砂を合わせて10水準について試験をした。骨材の物性について, JIS規格と比較すると海外の砕砂は, 表乾密度が低く, 吸水率, 微粒分量, 粗粒率が大きいことが確認できた。特に砕砂については, 吸水率, 微粒分量ともにJIS規格からは, 大きく外れていた。

2. 2 供試体の作製

供試体の作製は, JIS R 5201 に準じて行った。配合は, W/C=0.5, S/C=3.0で, セメントは早強セメントを用いた。圧縮強度試験用の円柱供試体(φ30×60mm)を作製するために図1に示すような型枠を用いた。これは, 内径30mmの塩化ビニル管を60mmに切断し, 直径100mmの平滑な円盤上にシリコーン樹脂を用いて固定したものである。また, 脱型を容易にするため, 縦に切れ込みを1本入れ, シリコーン樹脂でシーリングした。打込みは, 空隙が発生しない様に十分な締固めを行った。養生は1日間の封かん養生後(温度20℃), 材齢3日および7日まで水中養生(温度20℃)した。

2. 3 試験項目

(1) フロー試験

フロー試験は, JHSA313 および JIS R 5201 を参考にした。

表1 実験ケースと細骨材の物理的性質

No.	骨材産地	砂の種類	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	微粒分量 (%)	粘土塊量 (%)	粗粒率	有機 不純物	
1	日本	山砂	2.60	1.8	1.2	0.1	2.54	淡い	
2		砕砂	2.62	0.9	4.6	—	2.95	淡い	
3			2.58	0.7	2.0	0.0	2.35	濃い	
4	A国	川砂	2.54	2.6	1.1	0.1	2.35	淡い	
5				2.54	2.8	2.6	0.1	2.61	同じ
6				2.44	6.8	18.5	—	3.34	淡い
7		砕砂	2.42	7.9	19.5	—	3.06	淡い	
8	B国	—	2.54	4.4	2.9	0.0	2.80	淡い	
9		川砂	2.61	1.3	1.3	0.0	2.01	淡い	
10		砕砂	2.58	3.4	14.0	—	3.72	淡い	
JIS規格 砂(砕砂)			(—)	3.5以下 (3.0以下)	3.0以下 (9.0以下)	1.0以下 (—)	(—)	標準色液と 同じ又は淡い (—)	

※網掛けはJIS規格を外れている値

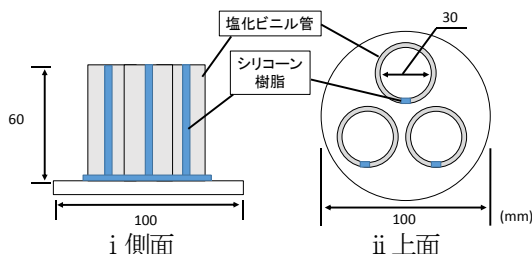


図1 型枠の概要

内径50mm, 高さ50mmの塩化ビニル管をフローコーンとして用いて, これを抜いた直後と15回の落下運動を与えた後のモルタルの広がりをフロー値とした。

(2) 圧縮強度試験

圧縮強度は, 小径コアを用いたコンクリートの圧縮試験方法^{2~3)}を参考に行った。すなわち, 供試体の打設面および底面に対して機械研磨を行い, その後, JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に規定されているモルタル圧縮試験用の球面座を用いて, JIS A 1108 に準じて試験を行った。なお, 試験は材齢3日, 7日とした。

3. 実験結果および考察

3. 1 フロー値

図2に各配合のフロー値を示す。なお, No.6 および No.7 は, 試験の際にフローコーンから抜けなかったため, 測定不可とした。試験の結果, 日本国内の山砂と海外の川砂を比較すると, フロー値は小さくなる傾向に, 砕砂についても一部を除いて, 海外の砕砂の方がフロー値は小さくなる傾向にあった。これは, 海外の細骨材は, 吸水率が高く, また微粒分量が多いことが影響していると考えられた。

キーワード 海外工事, 細骨材, 骨材試験, 圧縮強度, 微粒分量

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八東穂3-1 地域防災環境科学研究所 Tel.076-274-7009

3.2 圧縮強度

図3に各配合の圧縮強度を示す。試験の結果、材齢7日において、No.1と比較して、No.3～5およびNo.9の海外の川砂の圧縮強度は低下することが確認できた。No.2と比較して、No.6、7およびNo.10の海外の砕砂の圧縮強度は低下することが確認できた。なお、No.8は砂の種類が不明であったが、No.1と比較して、圧縮強度は同程度であることが確認できた。

図4に材齢7日の圧縮強度と微粒分量の関係を示す。山砂を使用した場合（No.1、3～5、9）、微粒分量が圧縮強度に与える影響はほぼ無いことが確認できた。一方、砕砂を使用した場合（No.2、6、7、10）、微粒分量が増加するに従って圧縮強度が低下する傾向を示し、微粒分量が20%近く含まれている場合には、強度が大きく低下する可能性があるため、この微粒分量の管理が重要であると考えられた。

4. 簡易微粒分量試験

容易に砕砂の微粒分量を確認できるように測定方法を既往の文献⁴⁾から検討し、ペットボトルを用いた簡易微粒分量試験を提案する。これは、①ペットボトルに砂を入れ、水で満たす。②約20秒、上下左右に激しく振り、水平面で静置する。③砂の全厚とシルト(粘土)の厚を測る。④シルト(粘土)の厚/砂の全厚で百分率を求める。JIS微粒分量試験と簡易微粒分量試験の関係を図5に示す。これによると、過大な微粒分を含んでいる砕砂について、微粒分量をある程度把握することができ、提案した試験方法は、品質を確保する上で安全側に管理できる簡易な方法であることが確認できた。

5. まとめ

本実験は、A国およびB国の細骨材を対象にその品質や強度に及ぼす影響がどの程度あるのかを把握するために行ったものである。その結果、A国およびB国の砕砂において、骨材の物性はJIS規格と比較すると、表乾密度が低く、吸水率、微粒分量、粗粒率が大きいことが確認できた。圧縮強度試験から、日本の細骨材と比較して、本実験で用いた川砂は強度が低下するが、特に砕砂は、強度が大きく低下する可能性があることが確認できた。以上より、骨材事情が日本とは異なる海外工事においては、その国の技術レベルに応じた試験を導入する等、コンクリートの品質の安定供給に努めることで、信頼性の高い土木構造物の建設に寄与できるものと考えられた。

参考文献

1)国土交通省:平成26年度国土交通白書 参考資料編 資料2-15 我が国建設業の海外受注顕微移, 2015
2)土木研究所ほか:小径コア試験による新設の構造体 コンクリート強度測定要領(案), 2006
3)国本正恵ほか:小径コアを用いたコンクリートの圧縮強度試験方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp.427-432, 2000
4)濱田芳巳:生コンクリート製造上の注意と問題点, コンクリート工学, Vol.15, No.6, pp.39-45, 1977

表2 結果の一覧

No.	単位体積質量(kg/m ³)	モルタルフロー(mm)		圧縮強度(N/mm ²)	
		0打	15打	3日	7日
1	2311	53	91	32.9	50.9
2	2315	52	61	43.1	63.5
3	2234	53	77	34.5	45.7
4	2225	52	56	27.2	40.0
5	2242	52	69	31.2	42.0
6	2256	—	—	28.8	37.3
7	2222	—	—	25.1	31.8
8	2271	52	64	38.8	49.1
9	2239	51	61	27.2	36.4
10	2289	53	77	36.3	47.4

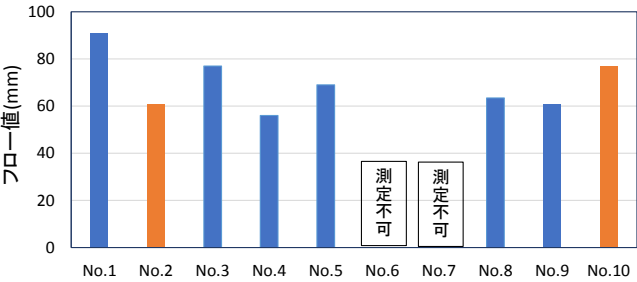


図2 フロー値

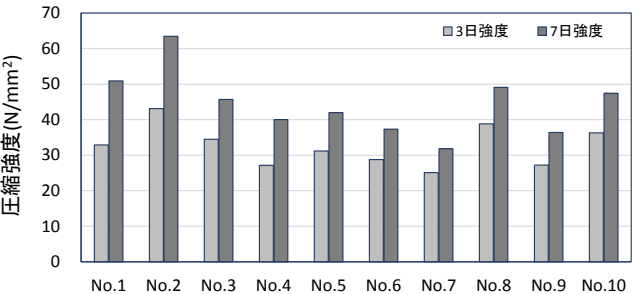


図3 平均圧縮強度

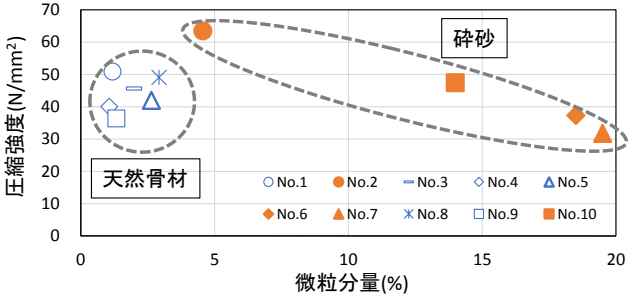


図4 材齢7日の圧縮強度と微粒分量の関係

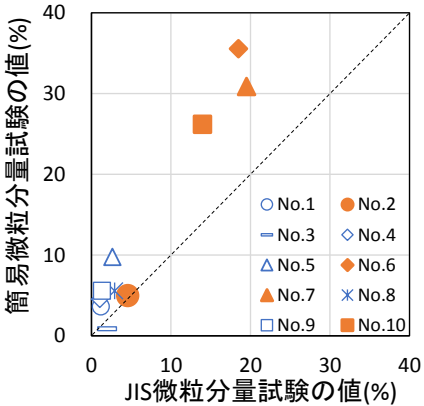


図5 JIS 微粒分量試験と簡易微粒分量試験の関係