

充填性に及ぼす骨材の種類と微粒分量の影響

鳥取大学 大学院 学生会員 ○池田 遥

鳥取大学 大学院 正会員 吉野 公

鳥取大学 大学院 正会員 大西 利勝

鳥取大学 大学院 フェロー会員 井上 正一

1. はじめに

我が国では、良質な骨材不足を背景に、コンクリート用骨材として微粒分を含んだ石灰石を用いられることが多くなってきた。本研究では、石灰石碎石を粗骨材、石灰石砕砂を細骨材として用いることを想定し、石灰石の骨材自身の物性ならびにそれらを用いることで混入されるであろう微粒分量がコンクリートの配合、フレッシュ性状とくに、充填性に及ぼす影響を検討する。

2. 実験概要

実験要因を表 1 に示す。コンクリートの細骨材には石灰石砕砂ないしは普通砂、粗骨材には石灰石碎石ないしは普通碎石、セメントには高炉セメント B 種、化学混和材として AE 減水剤(リグニンスルホン酸系)と AE 助剤(アルキルエーテル系)を使用した。また、微粒分量の増量には市販の石灰石微粉末(比表面積 5098cm²/g)を使用した。コンクリート試験は、最適 s/a、スランプ試験、空気量試験、および加振充填装置を用いた間隙通過性試験を行なった。なお、間隙通過性試験とは、実施工におけるコンクリート打設の際に、そのワーカビリティの評価を石灰石コンクリートに対して充填性の良否を通して行うことを目的としたものである。表 1 の表記説明の例として、まず、配合の表記は第 1 字が細骨材、第 2 字が粗骨材である。細・粗骨材ともに石灰石骨材であるものについては、L○を鳥取大学へ搬入されたときのままの微粒分量、L①を細・粗骨材ともに JIS の規定の上限値である微粒分量、L②を JIS の規定の上限値の 2 倍の量とした微粒分量として表記する。

3. 実験結果

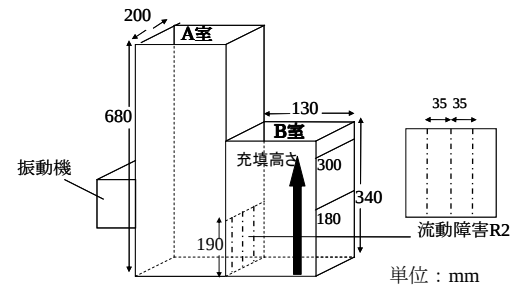
本研究で用いた試験装置は高流動コンクリートに対して用いられているものであるが、現在、普通コンクリートに対しては同装置を用いた充填性の評価は行われていない。よって、今回は高流動コンクリートの評価方法と同様に、充填高さ 30 cm における充填時間を、長いほど流動性あるいは材料分離抵抗性に乏しく、鉄筋の流動障害部でブロッキングが生じ易いワーカビリティの良くないコンクリートであると評価す

表 1 実験要因

実験シリーズ	実験要因	水準	固定要因
シリーズ I	骨材の種類	N, LN5.4, NL2.6, L○	W/C=45, 55, 65%
シリーズ II	水セメント比 (%)	45, 55, 65	N, L○
シリーズ III	石灰石微粒分量	LN5.4, LN9, LN18	W/C=55%
		NL2.6, NL7, NL12	
		L○, L①, L②	

表 2 骨材の物理的性質

骨材	種類	物性値						備考
		表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	F. M.	粒形判定 実績率 (%)	400kN 破砕値 (%)	搬入時の 微粒分量 (%)	
細骨材	石灰石砕砂	2.68	0.61	2.51	56.1	—	2.2	09年(LNに使用)
		2.69	0.65	2.28	56.8	—	5.4	10年(LNに使用)
	普通砂	2.67	1.3	2.63	57.0	—	3.9	
JISの基準値		2.50≦	3.0≧	—	54.0≦	—	9.0≧	
粗骨材	石灰石碎石	2.68	0.55	6.41	59.7	22.3	2.6	09年(L, NLに使用)
		2.67	0.65	6.33	61.0	—	3.8	10年購入
	普通碎石	2.75	0.61	6.79	57.3	9.7	0	
JISの基準値		2.50≦	3.0≧	—	56.0≦	—	5.0≧	



型式	出力 (W)	周波 (Hz)	振動数 (50HZ/60Hz)	遠心力 (kN)	重量 (kg)
KJ35	35	50/60	2850/3450	0.21	6.2

図 1 加振振動機の仕様

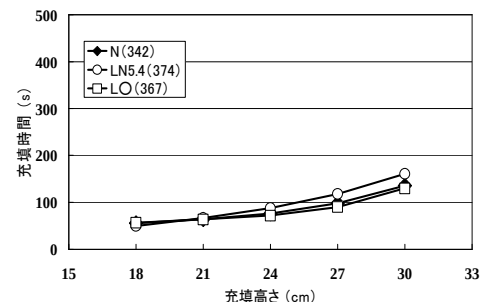


図 2 間隙通過試験結果シリーズ I (W/C=45%)

ることとする。図 1 には試験機の寸法及びモーターの仕様を示す。

図 2,3 には、シリーズ I について行った間隙通過試験の結果(W/C=45, 65%)を示す。また、凡例中の () 内の数値は、その配合におけるコンクリート中の単位粉体量 (kg/m³) を示している。W/C=65% においては骨材の種類によって充填時間に差が出ている。流動性あるいは材料分離抵抗性に影響を及ぼす要因として粉体量が挙げられる。W/C=45% に比べ、W/C=65% は単位粉体量が少ないために使用骨材の影響が大きく現れたと考えられ、石灰石を用いたコンクリートが普通骨材を用いたものより、流動性がよくなる傾向が見られた。

図 4 には、シリーズ III について行った間隙通過試験の結果(L)を示す。搬入時の微粒分量の石灰石骨材を用いたコンクリートに比べ、石灰石微粒分量が多くなると充填時間は早くなった。これは、コンクリートの単位粉体量が多くなり、それとともなってモルタルの塑性粘度が大きくなり、モルタルと粗骨材の材料分離が抑制されたためと考えられる。

図 5 には、モルタルの塑性粘度が間隙通過性に及ぼす影響を検討するために、シリーズ I ~ III の全てのコンクリートに対して、モルタルの塑性粘度と充填高さ 30 cm における充填時間との関係を示す。モルタルの塑性粘度と充填高さ 30 cm における充填時間との間には明確な関係は認められなかった。

図 6 には、コンクリート中の粗骨材容積が間隙通過性に及ぼす影響をみるために、シリーズ I ~ III に供したすべてのコンクリートについて、それらのコンクリート中の粗骨材容積 (石灰石碎石は微粒分量を除く) と充填高さ 30cm における充填時間との関係を示す。粗骨材容積が大きくなると流動障害部分で骨材の架橋が起こりやすくなり、充填時間が遅くなると考えられるが、石灰石骨材を用いたコンクリートは普通骨材を用いたコンクリートよりも単位粗骨材量が多くなっているにもかかわらず充填時間が遅くなる傾向は見られなかった。

図 7 には、シリーズ I ~ III に供したすべてのコンクリートについて、それらのコンクリート中の単位粉体量と充填高さ 30cm における充填時間との関係を示す。単位粉体量が 300 kg/m³ 程度までは、単位粉体量が多くなるにつれて充填時間が早くなり、単位粉体量が 350kg/m³ 程度以上になると充填時間はほぼ一定となることがわかる。本研究における最大のセメント量は 342 kg/m³ であり、単位粉体量が 350kg/m³ 以上の部分は石灰石微粉末量となる。石灰石微粉末量が増える場合には、充填性に悪影響を及ぼさないといえる。

4. まとめ

本研究における振動下における間隙通過性試験の結果より、石灰石骨材を用いたコンクリートは、普通骨材を用いたコンクリートに比べ間隙通過性が向上することがわかった。本研究の範囲内の骨材に含まれる石灰石微粉末量では、石灰石微粉末量が間隙通過性に悪影響を及ぼすことはなく、むしろ、ある程度石灰石微粉末量が含まれているほうが、間隙通過性がよくなることが分かった。

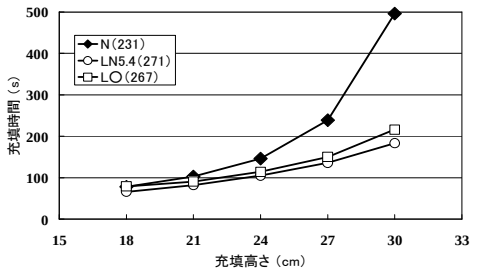


図 3 間隙通過試験結果シリーズ I (W/C=65%)

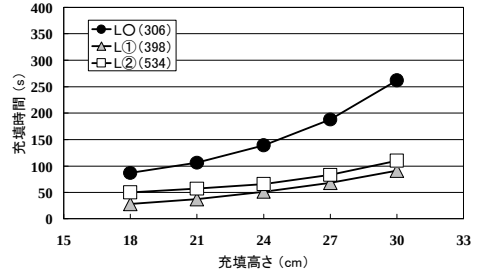


図 4 間隙通過試験結果シリーズ III (L)

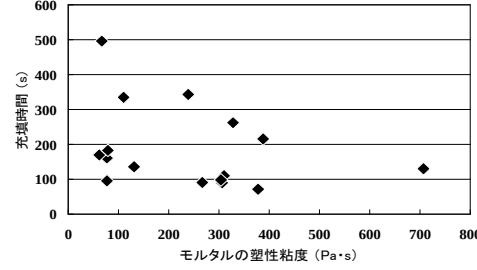


図 5 塑性粘度と充填高さ 30cm における充填時間

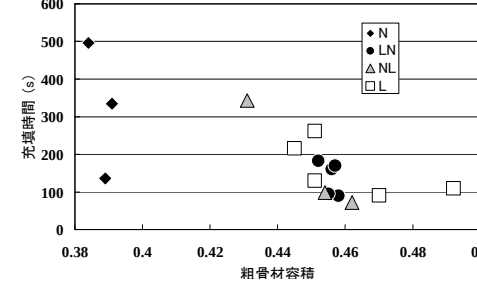


図 6 粗骨材容積と充填高さ 30cm における充填時間

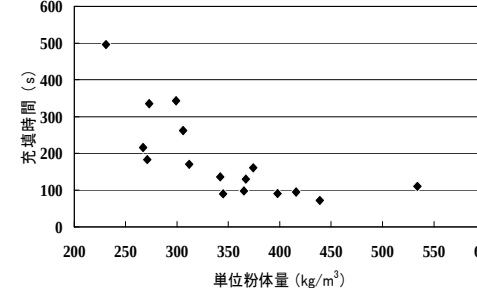


図 7 単位粉体量と充填高さ 30cm における充填時間