

クリンカーを骨材として用いたコンクリートの自己治癒性状に関する研究

宇都宮大学工学部

学生会員

○早川 諒

宇都宮大学大学院工学部

学生会員

星山仁篤

宇都宮大学大学院

正会員

藤原浩己

宇都宮大学大学院

正会員

丸岡正知

1.はじめに

近年ではコンクリートに自己治癒という機能を持たせて、単純な構造用材料から知能材料へと展開を図ろうとする考え方が注目を浴びるようになってきた。

本研究ではクリンカーを骨材として用いることで、ひび割れが発生した際に、クリンカーのひび割れ断面と水とが水和反応を起こし自己治癒する可能性について検討を行った。

2.実験概要

2.1 使用材料、配合および練り混ぜ方法

本研究で用いた材料および配合を表 1 および表 2 に示す。練り混ぜには公称容量 10L のオムニミキサーを使用し 3 分間練り混ぜた。本研究ではクリンカーのひび割れ面が水和反応を生じることで自己治癒する事を目的としている。そこで、マトリックス部分の強度がクリンカーの強度よりも大きくなるように予備試験を行い、その結果より水セメント比を 35% で一定とした。

表―1 使用材料

種別	記号	使用材料	密度(g/cm ³)
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.15
細骨材	S	川砂	2.60
	CL S	クリンカー(細骨材)	2.70
粗骨材	G	碎石	2.67
	CL G	クリンカー(粗骨材)	2.66
混和剤	SP	高性能AE減水剤	1.05

表―2 供試体の配合

配合名	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			水 W	セメント C	細骨材		粗骨材	
					S	CL S	G	CL G
M-CL	35	-	257	762	-	1058	-	-
M-N					1011	-	-	-
C-CL-45	35	45	165	471	772	-	-	973
C-CL-40		40			687			1062
C-CL-35		35			601			1150
C-N-45		45			772		977	-

表―3 フレッシュ性状および圧縮強度試験結果

配合名	スランブ※ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 7日 (N/mm ²)	圧縮強度 28日 (N/mm ²)
M-CL(水中)	180	4.7	62.18	78.18
M-CL(気中)			48.05	80.33
M-N(水中)	155	5.0	51.30	57.03
M-N(気中)			42.40	51.34
C-CL-45	10.5	5.3	51.79	66.04
C-CL-40	10.0	5.5	48.79	60.36
C-CL-35	6.5	4.9	55.42	69.11
C-N-45	10.5	4.4	54.06	61.96

※スランブでのモルタル(記号:M)の単位はmm表記とする

2.2 試験項目

1) スランブ試験

モルタルは JIS R 5201 の 15 打フロー試験を行った。コンクリートは JIS A 1101 のスランブ試験を行った。目標スランブはモルタルは 150±30mm、コンクリートは 8±2.5cm と設定した。

2) 空気量試験

モルタルは試料密度より簡易的に求めた。コンクリートは JIS A 1128 により求めた。目標空気量はそれぞれ 6.0±1.5% とした。

3) 強度試験

強度試験は JIS A 1108 に準拠し、モルタルおよびコンクリートの圧縮強度を材齢 7 日および 28 日に測定した。

4) 通水試験

高さ 200mm、直径 100mm の円柱供試体を作成し、練り混ぜたモルタルとコンクリートを型枠に詰め、24 時間後に脱型した。脱型した供試体は水中または気中で 20℃の環境下で 7 日間養生した。ひび割れは圧縮試験機で割裂し、直径 0.3mm のステンレス製の針金を 4 隅に挟み、金属バンドで固定して設けた。合成樹脂ポリマー製接着剤を用いて側面の隙間を塞いだ。その後、円柱供試体の上面に塩化ビニル管（直径 100×高さ 100mm）を供試体上面と水頭が 80mm になるように取

り付けた。割裂直後の通水試験を行い、試験が終わった供試体は全て水中養生を行った。試験は上部の塩ビ管内を水で満たし、5 分間で供試体下面のひび割れから漏れ出す水量を計測した。また、比較用として普通骨材を用いたモルタルおよびコンクリートに対しても同様の試験を行った。

3. 実験結果及び考察

フレッシュ性状および圧縮強度試験結果を表 3 に示す。モルタル、コンクリート共にクリンカーを用いた方が材齢 28 日で普通骨材を用いた場合より高い強度となる傾向が認められた。

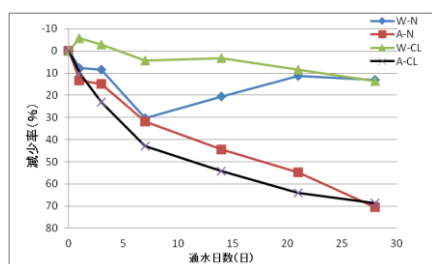


図 2 モルタル通水試験結果

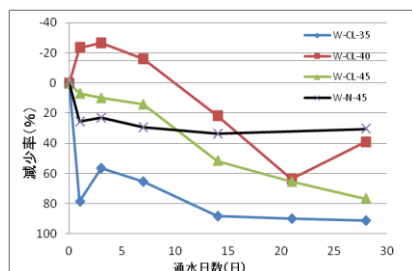


図 3 コンクリート通水試験結果（水中）

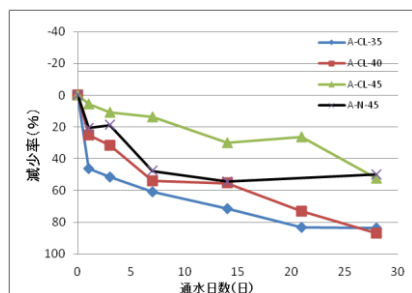


図 4 コンクリート通水試験結果（気中）

モルタルおよびコンクリートの通水試験結果を図 2～4 に示す。図中の縦軸は割裂直後の漏水量に対する減少率を示す。図 2 より骨材の種類に関わらず、すべての配合においても最終的な漏水量は通水試験開始時点より減少した。本研究は水セメント比を 35%と低く設定したため、未反応のまま残っていたセメントが、ひび割れの発生後に水分と接触し水和反応を生じたこと

で通水量が減少したと考えられる。

また、普通骨材を用いたモルタルとクリンカー骨材を用いたモルタルの減少率を比較すると、大きな差は認められない。これは、細骨材としてクリンカーを用いた場合、粒径が小さいため、割裂した際に新鮮なクリンカー断面が少ないためと考えられる。

また、コンクリートの場合もモルタルと同様に、全ての供試体において通水量は経時的に減少している。しかし、普通骨材の場合はどちらの養生方法でも通水 7 日目以降で水量が変わらなくなっているのに対し、クリンカー骨材の場合は通水 7 日目以降でも減少し続けていることがわかる。これは未水和セメントに加え未水和のクリンカーが存在しているため、通水 7 日目以降でも通水量が減少し続けたものと考えられる。

養生方法で比較した場合、普通骨材はモルタルと同様に気中養生の方が減少率は大きい。クリンカー骨材の場合は、明確な違いは認められなかったものの、7 日目までは気中養生の方が水中養生より減少率が若干高い結果となった。これは、気中養生の方が残存している未水和セメントが多いためと考えられる。また、細骨材率 35%においては、水中養生、気中養生のどちらにおいても 40%および 45%に比べ高い減少率を示した。これは、細骨材率を低く設定したことによりクリンカーの量が多くなったためと考えられる。その結果として、ひび割れ面が水和物で閉塞され通水量が減少したと考えられる。

3.まとめ

本研究で得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 細骨材にクリンカーを用いたことによる自己治癒性能の違いは見られなかった。
- 2) コンクリートではクリンカーの割合を増やした細骨材率 35%の供試体が最も通水試験の減少率が大きくなった。

【参考文献】

- 1) 大門正機編訳：「セメントの化学：ポルトランドセメントの製造と硬化」 pp.48-63, pp.73-87
- 2) 川村満紀/S.チャタジー共著：「コンクリートの材料科学」 pp.52-60, pp.72-75