

V-555

二・三成分系セメントを用いた高流動コンクリートの耐久性

佐藤工業 正会員 宇野 洋志雄

佐藤工業 正会員 中川 岳

佐藤工業 正会員 弘中 義昭

1 まえがき

高流動コンクリートの耐久性に関しては既に多くの報告があり¹⁾、一般のコンクリートと比較して高流動コンクリートが耐久性の面で優れていることは明らかである。しかしながら使用する結合材の種類によって得られる硬化後性状には差があり、用途別にさまざまな配合を検証しておくことは高流動コンクリートの適用を検討する際に有効な資料になると考えられる。

本報告は、結合材として異なる種類の二成分あるいは三成分系の混合セメントを使用した高流動コンクリートに関して、①同一の配合条件の3配合と②同等のフレッシュ性状を得る3配合の耐久性(耐凍害性、中性化深さ、塩化物イオン浸透深さ)について考察したものである。

2 実験概要

2.1 使用材料および示方配合

使用材料の一覧と実験に用いた配合を表-1、2に示す。配合D1A、D2A、D3Aはシリーズテストで与えた同一の配合条件(単位水量170kg/m³、水結合材比35%、粗骨材かさ容積0.50m³/m³)を満足させるものであり、配合D1B、D2B、D3Bはセメントごとに骨材量一定で可能な限り単位水量を減じる配合選定実験²⁾によって求めた配合である。

表-1 使用材料

セメント (C)	D1:普通ポルトランドセメント:高炉スラグ:フライッシュ=35:45:20	比重2.78
	D2:普通ポルトランドセメント:高炉スラグ微粉末=24:76	比重2.96
	D3:普通ポルトランドセメント:高炉スラグ微粉末=55:45	比重3.05
細骨材 (S)	川砂	比重2.57 実積率63.7% 粗粒率2.79
粗骨材 (G)	石灰石系砕石	比重2.70 実積率61.8% 粗粒率6.78
混和剤 (Ad.1)	高性膨張剤	主成分はポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体
混和剤 (Ad.2)	空気量調整剤	変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤

2.2 試験方法

耐久性の検証にあたり、耐凍害性に対しては凍結融解試験、中性化深さに対しては促進中性化試験、塩化物イオン浸透深さに対しては促進塩分

表-2 示方配合

配合 No.	G max (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C*	S	G	Ad.1
D1A	20	4.5	35.0	49.7	170	486	786	835	Cx0.95%
D1B	20	4.5	26.5	48.1	155	584	735	835	Cx1.15%
D2A	20	4.5	35.0	50.6	170	486	815	835	Cx1.55%
D2B	20	4.5	29.0	48.1	170	586	735	835	Cx1.80%
D3A	20	4.5	35.0	51.0	170	486	828	835	Cx1.15%
D3B	20	4.5	27.0	48.1	165	611	735	835	Cx1.45%

* 配合D1A、D1Bは二成分系セメント(D1)、配合D2A、D2Bは二成分系セメント(D2)、配合D3A、D3Bは二成分系セメント(D3)を使用

3 試験結果および

考察

3.1 フレッシュ性状

および圧縮強度

各配合のフレッシュコンクリート試験結果および圧縮強度試験結果を表-4に示す。

表-3 耐久性の試験方法

試験項目	試験方法
凍結融解試験	土木学会規程「コンクリートの凍結融解試験方法」に準拠する。
促進中性化試験	日本建築学会:高耐久性鉄筋コンクリート施設設計施工指針(案) ・同解説(付録1)「促進中性化試験方法」に準拠する。 促進条件...温度20℃、湿度60%、CO ₂ 濃度5%
促進塩分浸透試験	標準養生4週後さらに気中養生を4週、それ以後は人工海水への浸漬と乾燥を繰り返す。1サイクルは浸漬3日間+乾燥4日間とし、割取断面に0.1%フルオロセインナトリウム水溶液および0.1N硝酸銀溶液を噴霧、変色域の深さを測定する。 促進条件...浸漬時:温度20℃、乾燥時:温度20℃、湿度60%

表-4 フレッシュ性状および強度試験結果

配合 No.	スランプ 70~(cm)	Vポット底下 時間(秒)	空気量 (%)	圧縮強度(kgf/cm ²)	標準養生
				材齢7日	材齢28日 材齢91日
D1A	62.5	6.7	4.9	267	461 587
D1B	65.0	11.8	4.6	402	653 778
D2A	57.0	6.2	4.8	376	533 616
D2B	59.5	13.8	4.2	476	639 762
D3A	52.3	5.2	5.8	487	671 739
D3B	64.8	10.2	5.2	692	861 918

3.2 耐凍害性

凍結融解試験結果を図-1に示す。混合セメントD1、D3を用いた4配合は300サイクルを経過しても十分な耐凍害性が得られた。一方、高炉スラグ微粉末混入率が76%の混合セメント(D2)を用いた2配合に関しては、フレッシュ時の空気量が4%以上、材齢7日における圧縮強度も376kgf/cm²以上が得られていたにもかかわらず、120サイクルで相対動弾性係数が60%を下回った。この原因は、硬化後に適正な気泡分布が得られなかったからではないかと考えられる。

3.3 中性化深さ

促進中性化試験結果を図-2に示す。混合セメントを用いた場合には、低水セメント比でも中性化は進行すると予想された。しかしながら、高炉スラグ微粉末混入率が45%の混合セメントを用いた2配合に関しては促進期間26週でも表面しか中性化せず、深さは測定不能であった。配合D3Aの促進試験前後における深さ5mm位置での水酸化カルシウム生成量は変わらない結果(初期値1.6%→促進後1.4%)が得られた。この原因は、促進前で圧縮強度が800kgf/cm²を上回ることからわかるように緻密な細孔組織が得られたことと、他の4配合と比較して普通ポルトランドセメント量が多いことではないかと考えられる。

3.4 塩化物イオン浸透深さ

促進塩分浸透試験結果を図-3に示す。6配合の中では、高炉スラグ微粉末混入率が45%のセメントを用い水セメント比を27%とした配合D3Bが塩化物イオンの浸透に対する抵抗性が最も大きく、促進期間8週における深さ5mm位置での塩化物イオン含有量は0.33%となった。その傾向は既往の研究報告^{3) 4)}における同じ試験方法の結果と同等である。

4 まとめ

今回の室内試験から、相対的に以下のことが明らかになった。

- ①フレッシュ時に4%以上の空気を連行し、かつ十分な強度を有していても耐凍害性が劣る場合がある。
- ②高炉スラグ微粉末を45%程度混入して高強度を得た配合は、中性化や塩化物イオンの浸透に対する抵抗性に優れている。

5 あとがき

異なる種類の二成分あるいは三成分系の混合セメントを使用した高流動コンクリートの耐久性を検証することで、今後の高流動コンクリートの適用を検討する際に有効な資料を得ることができた。特に、耐凍害性に関しては硬化後に適正な気泡分布を形成する必要があるとあり、フレッシュ時の空気量測定以外の方法で空気連行を確認する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 下村、宇野：早期脱枠を行ったハイパフォーマンスコンクリートの硬化後の品質、土木学会論文集No. 508、V-26、pp. 15-22、1995. 2
- 2) 中川、宇野他：高流動コンクリートの配合選定実験、土木学会第49回年次学術講演会、pp. 284-285、1994. 9
- 3) 伊藤、横須賀：アクリル系増粘剤を用いた高流動コンクリートの耐久性、土木学会第49回年次学術講演会、pp. 300-301、1994. 9
- 4) 橋本、岡沢他：高流動コンクリートの強度および耐久性に関する研究、コンクリート工学論文報告集、Vol. 14、No. 1、pp. 959-964、1992. 6

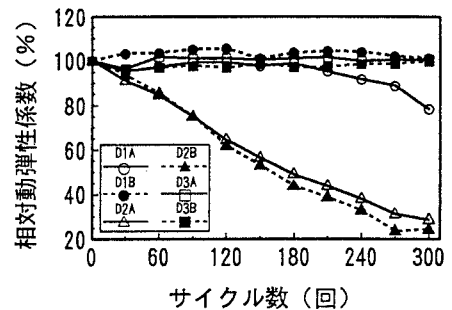


図-1 凍結融解試験結果

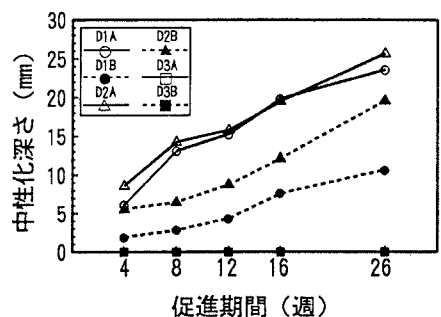


図-2 促進中性化試験結果

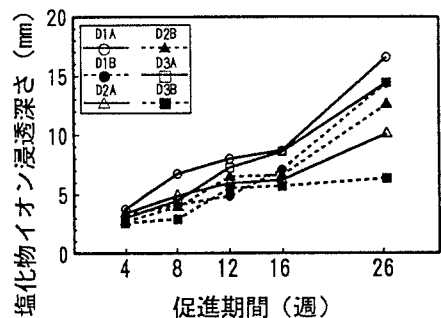


図-3 促進塩分浸透試験結果