

東洋建設 正 員○松本 典人 正員 佐野 清史 近畿大学 正員 川東 龍夫
京都大学 学生員 小林 孝一 正員 宮川 豊章 正員 藤井 學

1. はじめに 近年、高い流動性と高い分離抵抗性を併せもつ高流動コンクリートは、締固めを必要としな
いことによってコンクリート工事の省力化・合理化を可能にし、コンクリート構造物の信頼性を高めるもの
として注目されている。高流動コンクリートの製造方法には、高性能減水剤あるいは高性能AE減水剤を用い
た上で、増粘剤を用いる方法、粉体（石灰石微粉末、高炉スラグ微粉末等）を用いる方法、その両者を用い
る方法の3種類が知られている。しかし、現状ではこれらのフレッシュ時の性状（充填性等）について多くの
研究がなされているが、耐久性に関する研究例は少なく未だ不明な点が多い。本研究では、増粘剤を使用
したコンクリート（以下、増粘剤系）およびセメントの一部を石灰石微粉末で置換したコンクリート（以下、
粉体系）について従来の普通コンクリートと比較の上で塩化物イオンの浸透性に関する検討を行った。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合 使用材料および基本配合をそれぞれ表
2.1、表2.2に示す。一般に、良好な充填性を発揮する高流動コンク
リートとするには、スランプフローが50～70cm必要とされているこ
とから、スランプフロー値を60±5 cmと設定した。また、一般RC土
木構造物を対象とする意味で、圧縮強度30MPa 程度のコンクリート
に対応させるために、圧縮強度

が30MPa 程度になるよう3ケ
スの配合を考えた。

2.2 細孔径分布 試料は、材
齢28日まで水中養生を行った円
柱供試体を砕いてモルタル部分を採取したものを使用した。測定は、
水銀圧入法で行った。

2.3 塩化物イオンの浸透性 供試体は、1週間の水中養生ののち、
2週間の気中養生を行った10×10×20cmの角柱供試体を、両側面での
塩化物イオンの浸透性を検討するため、コンクリート打設面、底面、
端面（塩水浸漬側）をエポキシ樹脂でコーティングした。この供試体
を塩分濃度3%（Cl⁻換算）の人工海水に長軸方向に約2/3、1ヶ月
間浸漬した（図2.1 参照）。塩分濃度の測定試料は深さ10mm毎に3
0mmまで採取し、JCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分
析方法」に準じた電位差滴定法を用いて測定した。

2.4 鋼材腐食の非破壊推定 供試体は、10×10×40cm
の角柱供試体とし、コンクリート中に鉄筋D10を2本、
かぶり2cm として配筋し、同じものを2本作製した（図
2.2 参照）。2.3 で用いた供試体と同様の養生を行った
後、塩分濃度3%（Cl⁻換算）の人工海水に鉄筋位置まで浸
漬するよう静置し、腐食モニターを用いて自然電位の測
定を行った。なお、照合電極には、飽和塩化銀電極（Ag/
AgCl）を用いた。

表2.1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 比重:3.16 比表面積:3320 cm ² /g
粗骨材	滋賀県土山産: 砕石 最大寸法:20 mm 比重:2.64
細骨材	滋賀県野洲川産: 川砂 比重:2.68 吸水率:1.97 %
増粘剤	低界面活性型水溶性ポリマー (2%水溶液粘度:10,000 cP)
石灰石微粉末	比重:3.16 比表面積:3320 cm ² /g

表2.2 基本配合

配合ケ-ス	W/C	s/a	単 位 量 (kg/m ³)					増粘剤 W×%	高性能 減水剤 C×%	高性能AE 減水剤 C×%	AE 減水剤 C×%
			水 W	セメント C	石灰石微粉末 F	細骨材 S	粗骨材 G				
増粘剤系	67	50	190	334	—	863	880	0.21	5.00	—	0.40
粉体系	68	50	170	250	250	805	820	—	—	1.70	0.30
普通コ-	54	50	170	315	—	897	914	—	—	1.80	—

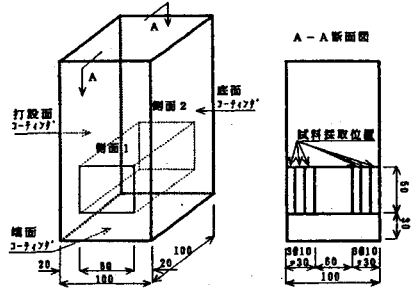


図2.1 試料採取位置

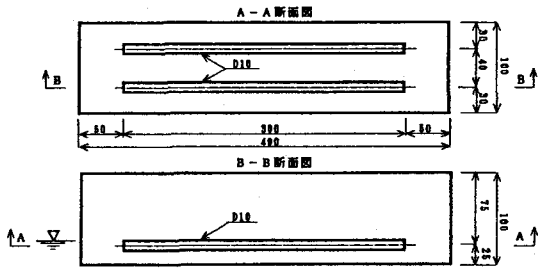


図2.2 配筋図

Fumihito Matsumoto, Kiyofumi Sano, Tatuo Kawahigasi, Kouiti Kobayasi, Toyoaki Miyagawa, Manabu Fujii

3. 実験結果および考察

3.1 基本特性 各種コンクリートのスランプフロー値と圧縮強度を表3.1に示す。いずれも設定値を概ね満足する結果となった。

3.2 細孔径分布 各種コンクリートの細孔径分布の測定結果を図3.1に示す。普通コンクリートと比較して、増粘剤系は0.1~数 μm の空隙量が少なく、100 μm 以上の空隙量が多い。これは、増粘剤によって粘性が高められたことで、巻き込まれたエアが多い可能性が考えられる。また、粉体系は0.1 μm 以下の空隙量が多く、全空隙量は普通コンクリートに比べて2倍近い値であった。これは、水セメント比が大きいためと考えられる。しかし、強度がほぼ同等となったのは、石灰石微粉末の水和物間の充填効果のためと考えられる。

3.3 塩化物イオンの浸透量 各種コンクリートの単位コンクリート重量に対する全塩分量の測定結果および拡散係数を図3.2示す。表層部(0~10mm)の塩分濃度は、普通コンクリートと比較して、増粘剤系はほぼ同等、粉体系は若干少ない傾向を示した。一方、中層部(10~20mm)では、普通コンクリートおよび増粘剤系で塩化物イオンの浸透がほとんど確認されないのに対し、粉体系は、2側面での相違はあるものの塩化物イオン濃度が大きい。また、拡散係数についても、粉体系は1.5~3倍近い値を示した。これは、粉体系では、0.05 μm 以上の毛細管空隙が普通コンクリートの約2倍あったことが影響しているものと考えられる。

3.4 鉄筋腐食の評価 各種コンクリートの自然電位の経時変化を図3.3に示す(図中の凡例は、同様に作製した2本の供試体の中に鉄筋が2本配置されていることを示す)。増粘剤系は、供試体2において10日前後で腐食領域に入っているものの、全て不確定領域近辺から非腐食領域で安定しており、他のコンクリートと比較して腐食傾向は小さい。粉体系は、15~40日後に腐食領域に入り、その後も腐食傾向が高く、塩化物イオンの浸透が進んでいるものと考えられる。普通コンクリートは、これらの中間的な挙動を示した。

4. まとめ 普通コンクリートと比較して、増粘剤系では、100 μm 以上の空隙が多いにもかかわらず、塩化物イオンの浸透性はほぼ同等の性状であり、防食性については良好な結果が得られた。しかし、粉体系は、水セメント比が大きいに起因して積算空隙量が多く塩化物イオンの浸透も他のコンクリートと比較して大きい結果となった。

謝辞 本実験を行うにあたって、京都大学・井上晋助手、服部篤史助手、金沢大学・五十嵐心一助手からは終始適切な助言と御協力をいただいた。ここに記して謹んで感謝の意を表します。

表3.1 基本特性

	スランプフロー cm	スランプ cm	圧縮強度 MPa
増粘剤系	57.5	—	33.1
粉体系	80.0	—	25.8
普通コン	—	8.1	36.1

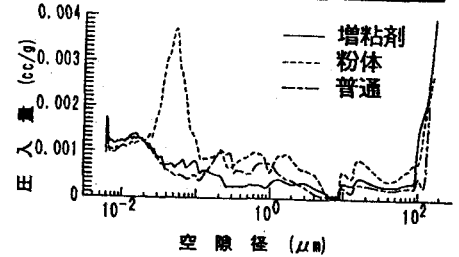


図3.1 細孔径分布

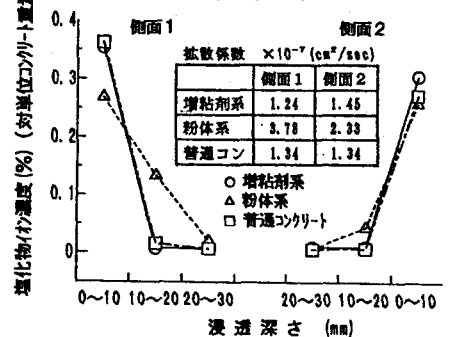


図3.2 塩化物イオン濃度および拡散係数

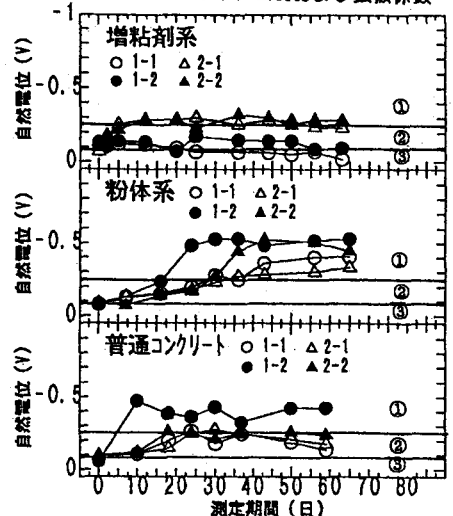


図3.3 自然電位の経時変化