

コンクリート中の液状水浸潤および空隙構造が果たす塩化物イオン拡散への影響

愛媛大学大学院 正会員 ○岡崎慎一郎 氏家勲

1. はじめに

フライアッシュコンクリートの有する高い遮塩性能に注目が集まっている。その一例に、護岸構造物において、表層からある程度の塩化物イオン浸透は確認できるものの、およそ 500 日から濃度変化はみられないという塩分停止現象が確認されており¹⁾、フライアッシュコンクリートの高い塩分吸着性状を鑑みても、本現象はこれまでの知見では説明できないものである。本論著者の一人は、微小空隙を有する硬化体の液状水の浸潤はおよそ数 cm で停止することを確認していることから²⁾、塩化物イオン拡散性状は液状水浸潤フロント以降で、普通コンクリートとフライアッシュコンクリートで著しくことなるとされる。本研究では、海水を使用した塩化物イオン浸透実験と、毛管浸潤実験を組み合わせ、意図的に液状水浸潤フロントを停止させた状態からの塩化物イオン拡散性状を混和材の相違という観点から論じる。

2. 実験概要

本研究では、供試体は $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ とし、脱型後気中養生とした。材齢は約 450 日であり、混和材としては、無置換、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末をそれぞれ内割 30%、水粉体比は 40%とした。以下、海水を用いた毛管浸潤試験について説明する。相対湿度 70%の環境下に十分に長い期間静置させた円柱供試体を、図-1 に示すような実験装置内において打ち込み面を海水に接して直立させて、海水をコンクリートの毛管張力によって吸水させる実験である。十分な時刻が経過すると供試体内の海水の重量が毛管張力と釣り合うため、意図的に浸潤フロントを比較的早い段階で停止させることができる。測定項目は、割裂による浸潤高さの測定、および JIS A 1154 に準じた表層から 1cm ごとの塩化物イオン濃度である。また、空隙分布の測定には、各供試体の表層 2cm までの部位から試料を採取し、水銀ポロシメータによる水銀の加圧-排出を、繰り返し段階的に行うことで連続空隙分布を得る岸吉田法を採用した。

3. 海水浸潤高さに関する検討

図-3 に、試験開始時刻と供試体の割裂によって確認された浸潤高さの関係を示す。いずれの供試体においてもおよそ 14 日で海水の浸潤停止が確認された。なお、浸潤高さは、フライアッシュ混和、スラグ混和、普通コンの順に大きくなる。これは、空隙構造の相違のほか、混和材の相違による水和物の化学組成の相違によって、硬化体と海水の吸着性状が異なることからの見掛けの粘性の違いによるものと考えられる。

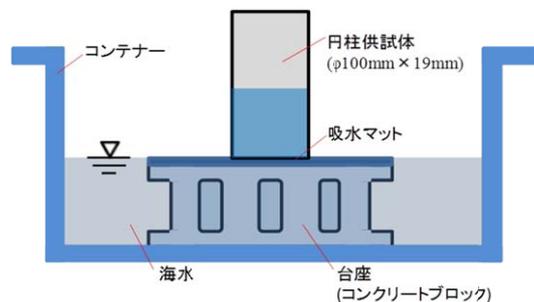


図-1 毛管浸潤試験装置

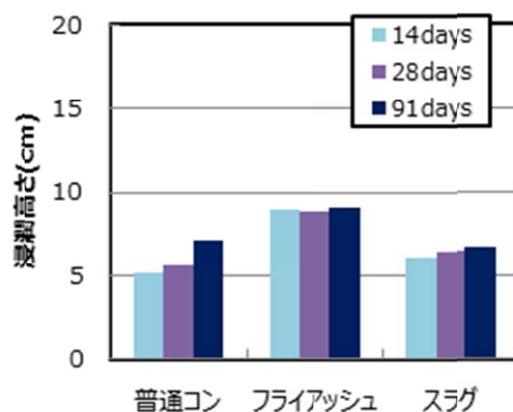


図-2 海水浸潤高さの結果

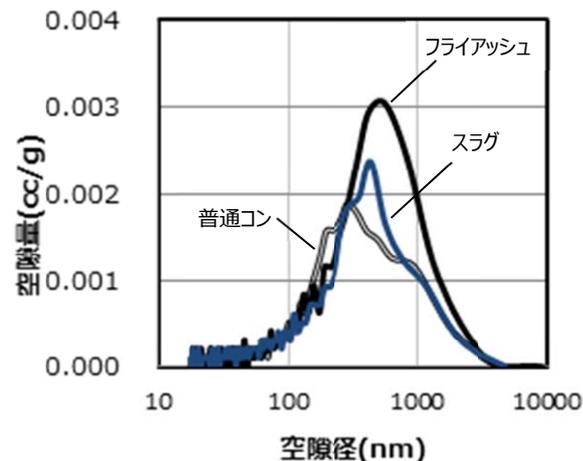


図-3 空隙径分布

キーワード 毛管浸潤試験 塩化物イオン拡散 フライアッシュ

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番 愛媛大学 089-927-9815

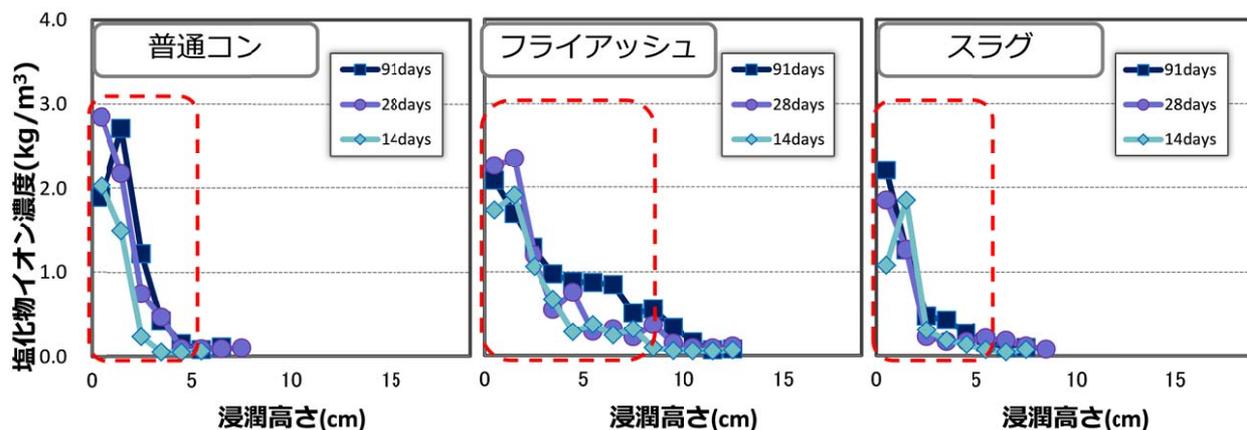


図-4 塩化物イオン濃度分布

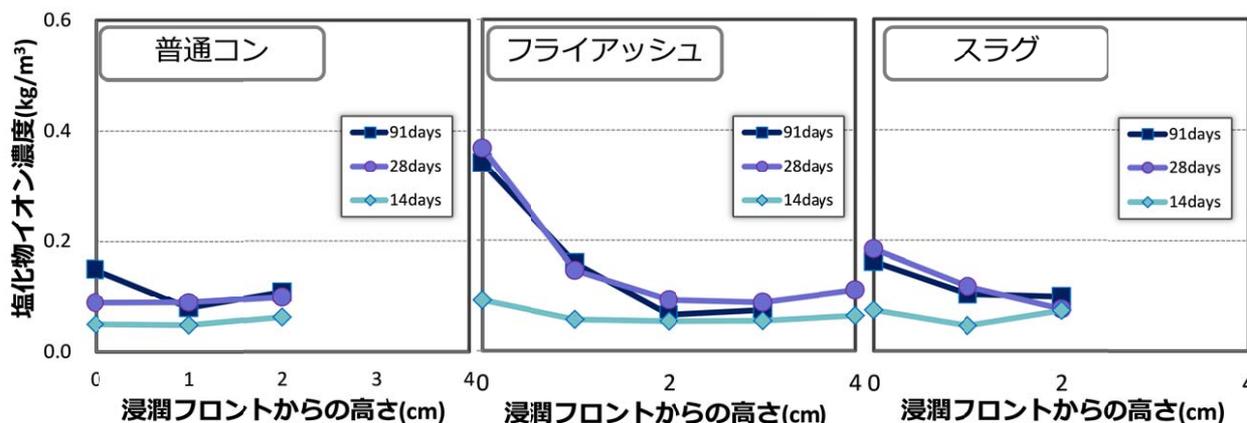


図-5 浸潤フロントからの塩化物イオン濃度分布

4. 空隙構造および塩化物イオン拡散に関する検討

図-3 に連続空隙の細孔径分布を、図-4 に塩化物イオン濃度分布を示す。なお、図-4 の点線にて囲まれた箇所は海水浸潤位置である。空隙分布は、普通コン、スラグ混和がほぼ同様な空隙径を有しているのに対し、フライアッシュ混和はこれらよりも僅かに粗な空隙分布を有している。また、塩化物イオン濃度分布においては、フライアッシュ混和は高い塩分吸着性能を有するため、海水浸潤位置における塩化物イオン濃度が高い濃度で推移している。ここで、浸潤フロントからの塩化物イオン拡散性状を詳細に確認するために、海水浸潤フロントからの高さの横軸としたものを図-5 に示す。普通コンクリートにおいては時刻の経過に伴い塩化物イオン濃度の増加を呈するのに対して、フライアッシュコンクリート、スラグコンクリートにおいては 28 日目以降塩化物イオンは停止していることが確認される。この結果により、1 章に示すような塩化物イオン停止結果に再現性があったこと、浸潤フロントからの拡散性状は混和材の相違によって異なることが判明した。

5. 遮塩メカニズムの検討

フライアッシュやスラグ混和によりセメント硬化体の塩化物イオン吸着能力は向上する。正の電荷を有する壁面に負の電荷を有する塩化物イオンが吸着すると、のちに拡散してくる塩化物イオンは、壁面に吸着された塩化物イオンと負の電荷同士反発しあう。フライアッシュやスラグの混和により多く吸着された硬化体は、普通コンクリートよりも、のちに拡散してくる塩化物イオンを反発させる能力が強く、特にフライアッシュ混和の場合においては、普通コンクリートよりも粗な空隙構造を有しているにも関わらず、みかけの拡散が著しく低減されたと考察する。

参考文献：1) 土木学会電力 FA コンクリート研究会，平成 19 年度フライアッシュを利用するコンクリートの耐久性に関する調査研究報告書，p.56，2008，2)岡崎慎一郎ほか，土木学会論文集E Vol. 65, No. 3 pp.311-321，2009

謝辞：本研究は吉田研究奨励賞，独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」，文部科学省科学研究費若手研究 (B) の支援を受けて実施した。ここに謝意をしるす。