

新旧コンクリート打継目の微細構造に関する基礎的研究

千葉工業大学大学院 学生会員 紀伊国 洋
千葉工業大学工学部 フェロー会員 足立 一郎

1. 研究目的

打継ぎにより生じるコンクリートの打継目は構造物の弱点である。打継がれたコンクリート構造物に対する安全性を照査する上で、特に打継ぎ部における付着機構や微細構造を明らかにすることは工学上重要な課題である。従来のコンクリート内の微細構造に関する研究対象は、骨材とセメントペースト間に重点が置かれていた。骨材周辺部に存在する不連続な領域は遷移帯と呼ばれ、直径 50nm 以上の粗大な空隙を有し、コンクリート及びモルタルの物性に多大な影響を与えることが明らかになっている。しかし、新旧コンクリート打継目の微細構造が、打継ぎ強度にどのように影響しているかは未だ明確にされていない。そこで、本研究では打継目の微細構造を明らかにする事を目的とし、SEM, EPMA を用いて打継目に存在する化学成分及び成分濃度状態の分析を行った。また、強度と打継目の表面処理状態との関連性についても検討を行った。

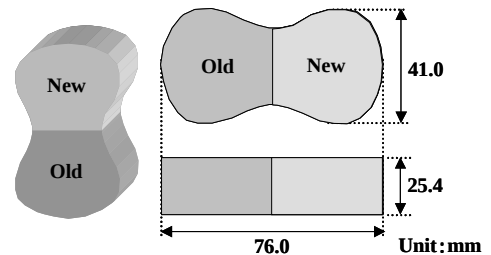


Fig.1 引張り試験用供試体

2. 打継目に存在する化学成分の分析

2.1 研究概要

本研究では普通ポルトランドセメント、愛知県産珪砂（比重：2.57）、また打継ぎ面を明確にさせるため酸化クロムを使用した。打継ぎ供試体は、旧側モルタルにのみ珪砂の 5%を酸化クロムに置換して練り混ぜたものを使用した。旧側モルタルの材齢 7 日経過後、二等分に切断、打継ぎ部分をワイヤブラシにより表面処理なし、平均処理深さ 0.5～1mm、平均処理深さ 1～1.5mm と表面処理を施し、新側モルタルを鉛直に打継いだ。引張り試験用供試体図を Fig.1 に示す。旧側、新側ともに W/C=0.4 とした。

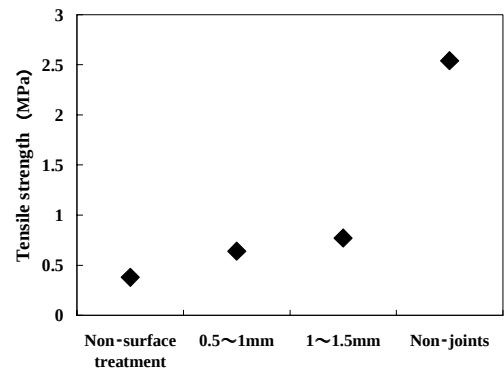


Fig.2 引張り強度結果

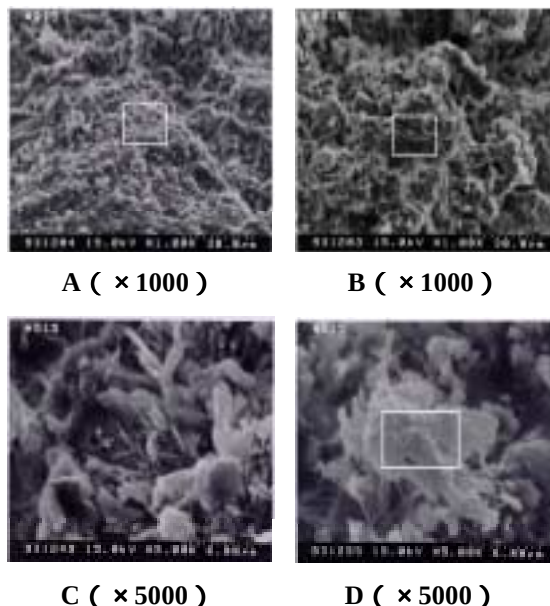


Fig.3 打継目の SEM 像写真

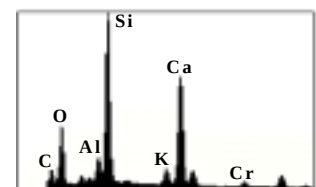


Fig.4 分析結果 (A)

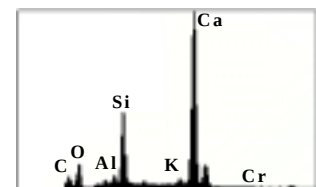


Fig.5 分析結果 (B)

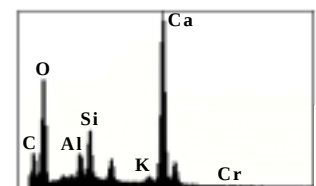


Fig.6 分析結果 (D)

2.2 引張り試験結果及び考察

破壊後の断面観察より打継ぎ供試体は、打継目で破断したことが確認された。Fig.2 に示されるように平均処理深さ 0.5～1mm は表面処理

キーワード：打継目、微細構造、SEM、EPMA

連絡先：〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1, Tel 047-478-0440, Fax 047-478-0474

なしの約 1.7 倍, また平均処理深さ 1~1.5mm は約 2 倍の強度を示している。このことより打継ぎ面の平均処理深さが深くなるほど, 強度は増加する傾向が明らかとなった。

2.3 SEM 分析結果及び考察

Fig.3 は平均処理深さ 1~1.5mm の表面処理を行い, 引張り試験時に打継目で破断した破断面を倍率 1000 倍 (A, B), 及び 5000 倍 (C, D) で観察した SEM 像である。A, B, D の白線で囲まれた部分を, EDX 平均濃度分析を行った結果をそれぞれ Fig.4, 5, 6 に示す。A, B に対応する Fig.4, 5 より, Si, Ca の含有率が高いことが特徴となっている。図示 A, B 以外の部分でも倍率 1000 倍の観察では Fig.4, 5 とほぼ同様な分析結果となり, より詳細な打継目の表面観察を行うため, 倍率を 5000 倍まで上げて観察したところ C にも見られるようにエトリングaitと思われる針状結晶を観察できた。そこで針状結晶周辺部 D を分析すると Fig.6 に示す分析結果となった。これは Fig.4, 5 に示す分析結果とは明らかに異なり, 他の成分に比べ Ca, O の含有率が高まっている。Ca, O は水酸化カルシウムの成分であり, これらの分析結果は表面処理なし, 平均処理深さ 0.5~1mm の供試体でも同様に確認された。

3. 打継目における成分濃度状態の検討

3.1 研究概要

本研究では普通ポルトランドセメント, 富士川産川砂 (比重: 2.62) を使用し, 供試体寸法は 20×20×10mm とした。打継ぎ供試体は旧側を W/C=0.35, 材齢 182 日のモルタル, 新側に W/C=0.35, 0.5 のセメントペーストを水平及び鉛直の 2 種類の方法で打継いだ。新側セメントペーストの材齢 7 日, 28 日経過後に, 表面研磨, 炭素蒸着をし, EPMA による打継ぎ供試体の定性分析及び線分析を行った。

3.2 EPMA 分析結果及び考察

打継ぎ供試体の倍率 1000 倍での定性分析の結果, Ca, Si, Al, Mg, Fe, C 等が析出された。この分析を基に倍率 40 倍で Ca の線分析を行った結果を Fig.7, 8, 9, 10 に示す。図より, Ca は材齢 7 日では新側セメントペースト中に多く存在しているが, 材齢 28 日になると打継目周辺に集中していることが分かる。これは新側セメントペースト中の水分移動に伴ったものと考えられる。このことより Ca は新側セメントペーストの水セメント比及び打継ぎ方法に関係なく, 材齢 28 日経過すると打継目周辺に多く認められた。

4. 結論

本研究より引張り試験時に打継目で破断した凹凸のある破断面を表面研磨せずに表面観察及び分析をする際, SEM, EDX 平均濃度分析が有効な手段の一つであることを確認し, EPMA により Ca は新側セメントペーストの水セメント比及び打継ぎ方法に関係なく, 材齢 28 日経過すると打継目周辺に多く存在することが確認された。また, 打継ぎ面の平均処理深さが深くなるほど強度は増加する傾向が明らかとなった。なお, 今後, SEM による打継目とそれ以外の部分との成分濃度の比較及び EPMA による材齢 28 日以降の Ca 濃度状態の詳細な検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 小林 一輔 編著: コア採取によるコンクリート構造物の劣化診断法, 森北出版, 1998
- 2) 内川 浩: セメントペーストと骨材の界面の構造・組織がコンクリートの品質に及ぼす影響, コンクリート工学, Vol.33, No.9, pp5-17, 1995

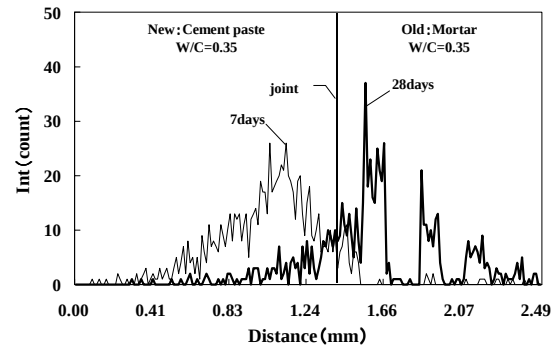


Fig.7 線分析結果 (水平打継ぎ)

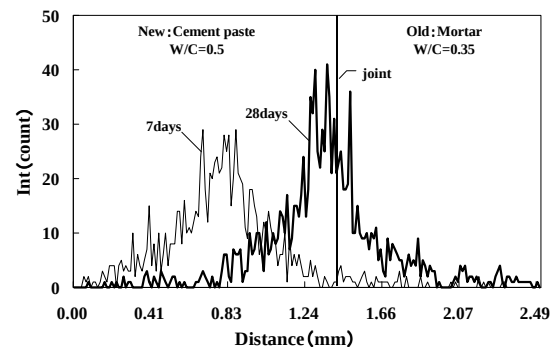


Fig.8 線分析結果 (水平打継ぎ)

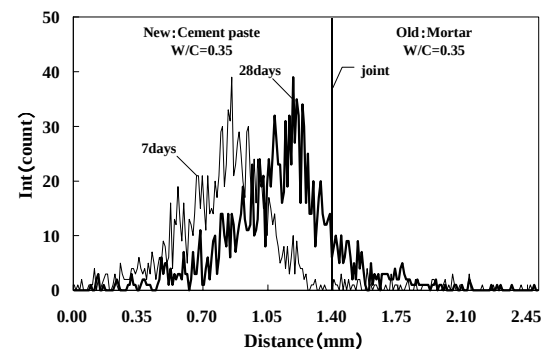


Fig.9 線分析結果 (鉛直打継ぎ)

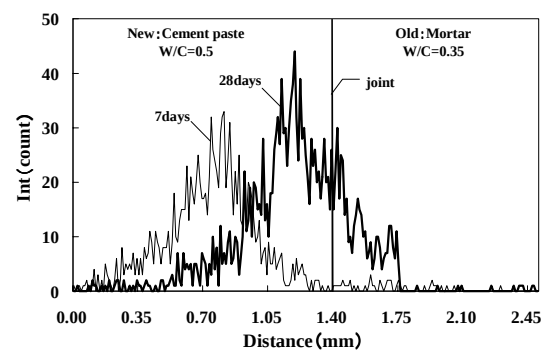


Fig.10 線分析結果 (鉛直打継ぎ)