

## ドリル径および削孔深さがコンクリートドリル粉の骨材比率に及ぼす解析的検討

(株)中研コンサルタント 正会員 ○川俣 孝治  
 (株)八洋コンサルタント 正会員 田中 章夫  
 三菱マテリアル(株) 正会員 木村 祥平

## 1. 目的

ドリル粉を用いた塩化物イオン濃度の測定は、迅速かつ簡易な方法として着目されており、日本非破壊検査協会では NDIS 規格として規格化されている<sup>1)</sup>。一方、「ドリル粉を試料とする場合、採取量が少なく削孔ごとにセメントペーストと骨材の構成比率が異なることから試験結果に大きなばらつきを生じさせることも考えられる」との指摘<sup>2)</sup>もあり、試料採取条件の違いが試験結果に影響を与えることを示唆している。著者らは、最適なドリル粉の採取方法を検討するため、実構造物を模した試験体を用いて、採取条件が塩化物イオン濃度に及ぼす影響を検討してきた<sup>3) 4)</sup>。今回の報告は、試料となるドリル粉に含まれる骨材比率に着目し、EPMA 解析画像を用いて検討を行ったものである。

表1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	大井川水系陸砂
粗骨材	砂岩碎石 4020, 2005
混和剤	AE剤

## 2. 試験の概要

## 1) 使用材料およびコンクリートの配合

検討に用いたコンクリート供試体の使用材料を表1に、配合を表2に示す。骨材は天然の陸砂及び砂岩碎石を用いて、W/C55%の配合では Cl 換算で  $0.3\text{kg/m}^3$ 、 $1.2\text{kg/m}^3$  及び  $5\text{kg/m}^3$  の NaCl を添加し、 $50\text{cm}\times 50\text{cm}\times 80\text{cm}$  の柱を模した大型型枠へ打設した。なお、Cl  $1.2\text{kg/m}^3$  については Gmax を 20mm と 40mm の2水準とした。W/C70%の配合では、NaCl 無添加とした。

表2 コンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	S/a (%)	Slump (cm)	Air (%)	(kg/m <sup>3</sup> )			
					W	C	S	G
20	55	45	8	4.5	165	300	808	1016
40					155	282	771	1055
20	70	47			165	235	913	942

## 2) 供試体の養生とコンクリートコアの採取

コンクリート打設後、型枠のまま材齢 28 日まで養生した。脱型後、W/C55%の供試体は 1 年間シート養生とし、W/C70%の供試体は 3%の NaCl 塩水に浸漬した。材齢約 1 年後、供試体中間部表層から  $\phi 75\text{mm}$  のコンクリートコアを採取した。

## 3) コンクリートコアの試験

採取したコンクリートコアは、EPMA 法によるコンクリート中の元素の面分析方法(JACE-G 574-2031)により、Cl, SO<sub>3</sub>, CaO, SiO<sub>2</sub>の元素強度を測定した。分析試料の寸法は  $70\times 60\text{mm}$  とした。これら EPMA 分析結果を用いて、ピクセル(分析点)毎に骨材とセメントペーストを区分した。検討に用いた試料面を図1に示す。

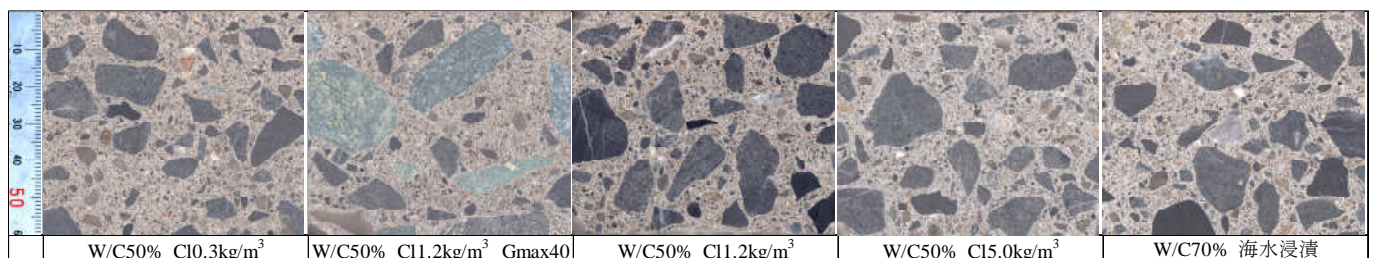


図1 検討に用いたEPMA分析試料面

キーワード 硬化コンクリート, 塩化物イオン濃度, ドリル粉, セメントペースト, 骨材, 構成比率  
 連絡先 〒102-8465 東京都千代田区六番町 6 番地 28 株式会社中研コンサルタント TEL 03-5211-4852

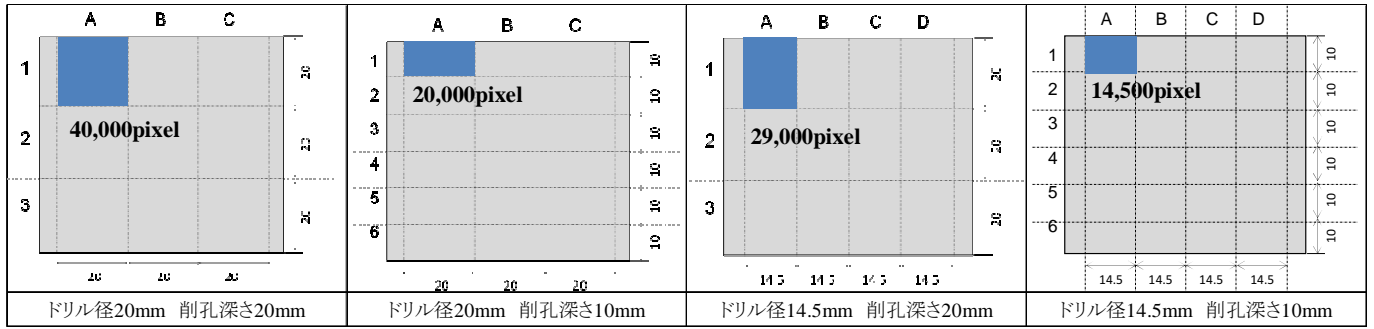


図2 分析試料面のセル分割

3. 試験結果

EPMA 分析結果は、ドリル径を  $\phi 20\text{mm}$  および  $\phi 14.5\text{mm}$ 、ドリル削孔深さを  $20\text{mm}$  および  $10\text{mm}$  として、図2に示すセルに分割した。次に、EPMA 分析結果から各 pixel の骨材/セメントペーストを判別しセメントペーストをカウントした。解析結果の一例として、W/C50% Gmax 20mm の供試体から採取したコアをドリル径  $14.5\text{mm}$ 、削孔深さ  $10\text{mm}$  でセル分割してセメントペーストの pixel をカウントした結果を図3に示す。この結果に示すように、各セルの骨材比率がそれぞれ大きく異なるため、セメントペーストのカウント数に大小が生じていることがわかる。次に、表層からの削孔深さでみると、各層の変動係数も大きく異なることがわかる。図4は、上記検討結果を踏まえ、削孔深さ間隔  $10\text{mm}$  と  $20\text{mm}$  での同じ層でのドリル径  $20\text{mm}$  と  $14.5\text{mm}$  の変動係数の相関を示したものである。これらの結果より、削孔深さ間隔  $20\text{mm}$  の場合、ドリル径の大小によるバラツキの程度に大きな差が見られない。一方、削孔深さ間隔が  $10\text{mm}$  と浅くなると、ドリル径の影響が大きくなり、ドリル径  $20\text{mm}$  よりドリル径  $14.5\text{mm}$  のバラツキが大きくなる。

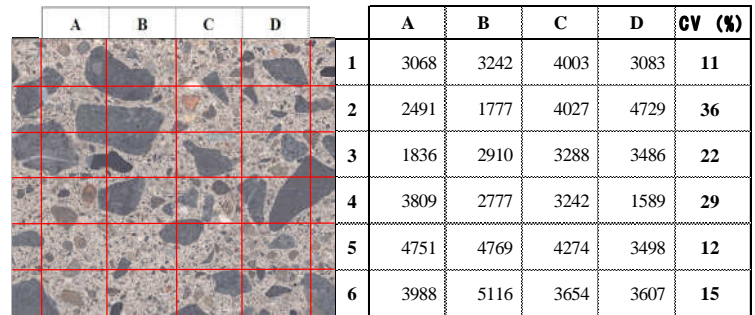


図3 1セル14,500pixel中のセメントペーストのカウント数と変動係数 (W/C50% C10.3kg/m<sup>3</sup>ドリル径14.5mm 削孔深さ10mm)

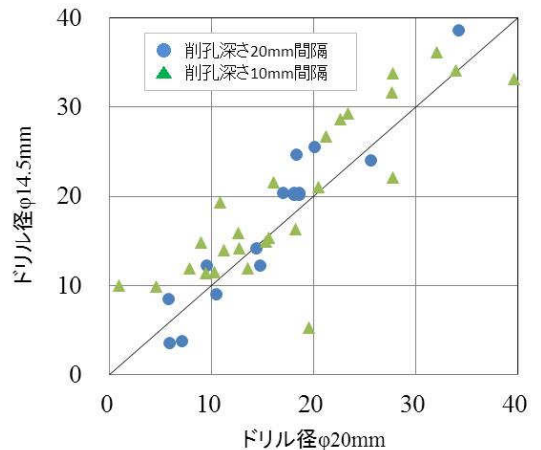


図4 各ドリル削孔深さでのドリル径の影響

4. まとめ

EPMA 解析画像を用いてドリル粉に含まれる骨材比率を検討した結果、骨材とセメントペースト比率は一樣ではないため、従来の指摘の通り可能な限りドリル径および削孔深さを大きくする必要があることを確認した。最後に、本研究はコンクリートコンサルタント研究会 (株)八洋コンサルタント、三菱マテリアル(株)、(株)デンカリノテック、(株)太平洋コンサルタント、日鉄住金セメント(株)、(株)中研コンサルタント) の研究活動にて実施したものである。

参考文献

- 1) 日本非破壊検査協会：硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易試験方法 NDIS3433 2017
- 2) 土木学会：2018年制定 コンクリート標準示方書[基準編] JSCE-G 573 -2018 「実構造物におけるコンクリートの全塩化物イオン分布の測定方法 (案)」
- 3) 田中ら：コンクリートの塩化物量試験に用いるドリル粉の最適な採取方法の検討，土木学会第73回年次学術講演会講演概要集，V-401，2018
- 4) K.Kawamata et al.: Verification of Measurement Accuracy on Test Method for Chloride Ion Content in Hardened Concrete by Drilling Powder, The Sixth Japan-US NDT Symposium 308-1(501016) 2018