

年数を経たコンクリート中の水和物に関する検討

新潟大学大学院 大井 才生
新潟大学工学部 久田 真

1. はじめに

信濃川の河口(新潟県分水町)に位置する大河津分水路は明治 42 年に着工して以来、度重なる補修・改造工事を経た歴史的土木構造物である。本報では、大河津分水路洗堰の改修工事にあたり、経過年数と環境条件の異なる計4箇所からコンクリートコアを採取し、長期間経過したコンクリートについて残存水和物の調査を行い、経過年数と環境条件がコンクリート中の残存水和物に及ぼす影響について検討を行った。

2. コアサンプルの概要

コア(φ100mm×約 200mm)の採取地点を図1に示す。また、当時の工事記録から推測される経過年数及び配合条件を表1に示す。なお、当時の記録によれば、スランブは単位水量を増減させてコントロールしており、実際に使用された水セメント比についての記述はなかった。

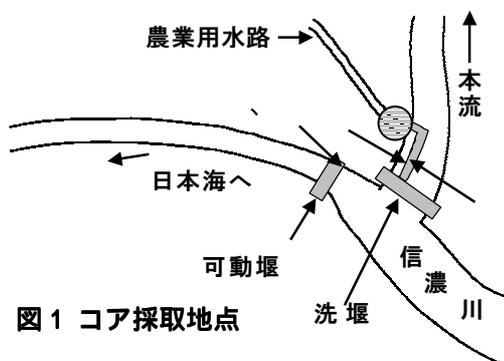


図1 コア採取地点

表1 経過年数及び配合条件

No.	推定経過年数	環境条件	配合条件
①	約 80 年	常時水中	記録なし
②	約 40 年	常時水中	記録なし
③	約 70 年	常時水中	C: 252kg/m ³ 、s/a:32% Slump: 5cm
④	約 70 年	常時気中	

3. 実験概要

3.1 外観・中性化深さ

コアの表面ならびに切断面に対して深さ方向に目視観察を行った後、フェノールフタレイン溶液を噴霧して中性化深さを測定した。

表2 各水和物の試験概要

3.2 残存水和物量

コアに対して深さ 10mm 間隔にセメント水和物の定量を行った。表2に試験概要を示す。

水和物	試験方法
水酸化カルシウム	示差熱分析器を用い、400~480℃付近の吸熱量より算出
炭酸カルシウム	熱重量測定器より 600~730℃付近の減量より算出
シリカゲル	重液分離の後、サリチル酸-メタノールを用いた溶解法により算出
珪酸カルシウム水和物	全水和物量から上記水和物を差引いた値より算出

4. 結果ならびに考察

4.1 外観観察・中性化深さ

環境条件が常時水中に曝されていた①、②及び③については、表面の磨耗が激しく、粗骨材の露出が顕著であり、手で擦る程度で崩落するほどの脆弱な層が形成されていた。なお、経過年数 80 年のコア①において深さ 60mm 付近から鉄筋が摘出されたが、腐食は生じていなかった。また、気中に曝されていた④についても、若干ながら風雨あるいは増水時の水流による磨耗などによると思われる粗骨材の露出が認められた。また、④のみにおいて 70mm 程度の中性化の進行が認められた。

キーワード: 中性化、溶出、水酸化カルシウム、炭酸カルシウム、珪酸カルシウム

連絡先: 新潟県新潟市五十嵐 2 の町 8050 (TEL/FAX 025-262-7439)

4.2 水和物量

水酸化カルシウム: 常時水中の経過年数 40 年の②以外においては、いずれのコアコンクリートからも水酸化カルシウム(CH)は検出されなかったため、**図2**に②から検出された CH の測定結果のみを示す。なお、**図2**においても、経過年数 40 年で CH 残存量がきわめて微量となっていることがわかる。このような CH の減少傾向は、CH の外部への溶出あるいは他の水和物への変質によるものと考えられるが、今回の結果から、常時水中あるいは気中にあるコンクリートでは、70 年を経過するとコンクリート中から CH が消失し、その範囲は深さ 100mm 程度にも及ぶと推察される。なお、常時気中にあった④においても CH が認められなかったことについては、不定期的に接する雨水などによっても溶出が生じることを示唆していると考えられる。

炭酸カルシウム: **図3**に常時気中で経過年数 70 年の④の炭酸カルシウム残存量の測定結果を示す。なお、その他のコアについては炭酸カルシウムの存在が認められなかった。**図3**より、炭酸カルシウムは表面から深さ 60mm 程度の範囲まで検出されており、この結果は前述の中性化深さの結果と一致している。また、炭酸カルシウムの分布については、溶出などによる表層部での低下傾向は認められない。

珪酸カルシウム: **図4**に珪酸カルシウム(CSH)残存量の測定結果を示す。これより、常時水中にあった①、②及び③は、経過年数に係わらず水に接していた面にかけて CSH の低下が認められた。一方、常時気中にあった④については深さ 70mm 程度まで CSH が水中のものに比べて大きく低下していることが認められた。この結果は、先の中性化の進行による CSH の分解¹⁾と溶出による複合作用によって生じたと考えられる。これらより、気中にあるコンクリートでの CSH の減少については、水と接する環境条件のほか、大気中の二酸化炭素の作用による影響が卓越していると考えられる。

5. まとめ

本検討を通じて以下のことが明らかになった。

- (1) 常時水中あるいは気中にあるコンクリートでは、70 年程度の年数の経過により深さ 100mm 程度の範囲にわたって CH が消失するが、常時水中にあっても 40 年程度の年数の経過であれば CH はコンクリート中に残存する。また、常時気中の場合には、コンクリートからのカルシウム成分の溶出あるいは変質に対して雨水などの影響のほか大気中の二酸化炭素の影響が大きいと考えられる。
- (2) CH が消失しているにもかかわらず内部から抽出された鉄筋が腐食していなかったことから、CH が存在しなくてもコンクリートは高いアルカリ性を維持し得ると考えられる。

参考文献

- 1) 岸谷孝一、西澤紀昭ほか:コンクリート構造物の耐久性シリーズ—中性化—、技法堂出版

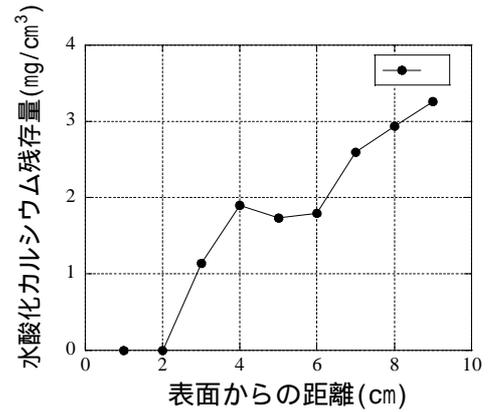


図2 水酸化カルシウム残存量

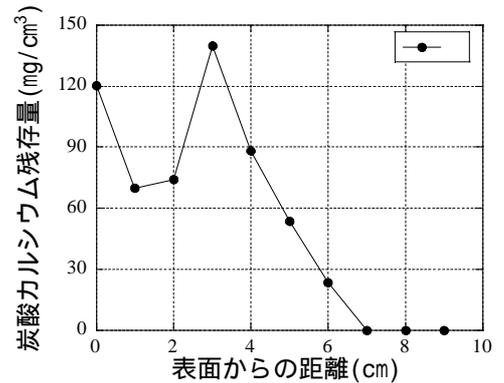


図3 炭酸カルシウム残存量

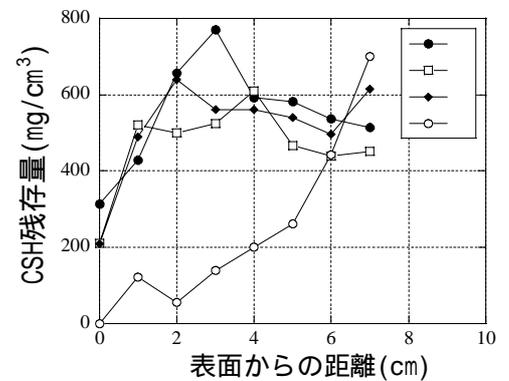


図4 珪酸カルシウム残存