

カルシウム溶脱がモルタル強度に及ぼす影響

東電設計 正会員 ○中野 靖, 白土 博司
 大林組 正会員 人見 尚, 竹田 宣典
東京電力 正会員 粂田 茂樹, 玉井 猛

1. はじめに

地下水に常時接しているコンクリート構造物は、長期間の供用に伴いカルシウム(Ca)の溶脱が発生し、溶脱部分の強度に影響を及ぼす可能性がある。Ca溶脱の範囲は、建設後100年程度経過したコンクリートにおいても高々数cmであり、通常のボーリングコアを用いた強度試験法では評価が困難である。

本報告では、溶脱部分の強度を評価するために、溶脱部分の微小試験体の圧縮試験と溶脱部分のビッカース硬度試験を適用し、試験結果の評価を行った。

2. 観察対象とした試料

(1) 試験体の仕様

試験体は、表-1 に示す配合の水セメント比(W/C) 30, 55 および 80% の 3 水準のモルタルである。セメント(C)は普通ポルトランドセメント、細骨材(S)は標準砂を用いた。すべての試験体において細骨材の占める体積を等しくした。試験体は、図-1 に示すように直径 50mm, 厚さ 10mm の円盤状に加工し、電位差 12.5V で20週間の電気化学的劣化促進試験により人工的に溶脱を促進した。

(2) 試験方法

試験は表-2 に示すように、溶脱させた試験体に関しては微小試験体を用いた圧縮強度試験とビッカース硬度試験を実施し、溶脱していない試験体に関しては微小試験体を用いた圧縮強度試験と土木学会規準の圧縮試験を実施した。微小試験体の圧縮強度試験は、1cm³ 立方に整形した試験体を用い、溶脱が起こっている陰極側の表面を下面に陽極側の面を上面とし、溶脱面が載荷方向と直角になるようにし、載荷速度は応力一定 (0.25N/mm²/s) となるように載荷した。一方、ビッカース硬度試験は、溶脱面からの深さ 1、3、5、7 及び 9mm の位置で、各深度で 5 点ずつ測定し、その平均を各深さのビッカース硬度とした。

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	S/C	単位量 (kg / m ³)		
		水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)
30	1.83	220	733	1341
55	2.57	287	522	1341
80	3.32	323	404	1341

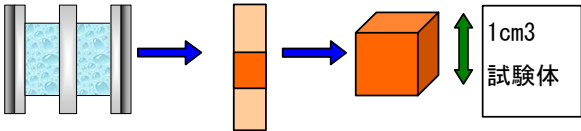


図-1 試験体作成手順

表-2 試験方法と用いた試験体

試験項目	溶脱あり	溶脱なし	試験体
微小試験体圧縮強さ	○	○	立方体 (一辺1cm)
ビッカース硬度	○	—	試験体断面
圧縮強さ	—	○	円柱 (直径5×高さ10cm)

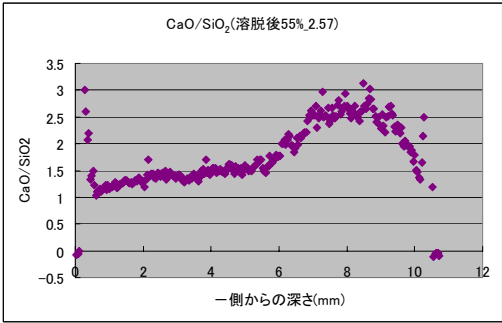


図-2 EPMA によるモルタル試料の Ca/Si モル比

3. 試験結果

(1) EPMA 観察結果

劣化促進させた試験体の溶脱状況を把握するため EPMA 実施した。W/C55%の試験体における Ca/Si モル比の分布を図-2 に示す。いずれの試験体も溶脱方向

キーワード コンクリート溶脱, 電気化学的劣化促進試験, 圧縮試験, ビッカース硬度, EPMA

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3/ TEL : 03-4464-5233/ 中野 靖

に沿ってCa/Si モル比が減少しており, 減少している範囲を溶脱した領域と定義した。溶脱範囲は、10mmの試験体厚さに対し、W/C30%の試験体で 4.1mm, W/C55%で 6.9mm, W/C80%では 7.7mm であった。

(2) 微小試験体の圧縮強さ試験

溶脱していない試験体に関して、微小試験体による圧縮強さ試験より得られた圧縮強さと、土木学会規準の圧縮試験より得られた圧縮強度の関係を図-3に示す。両者の間には線形の関係が成り立ち、土木学会規準の圧縮強度に換算することが可能であることが示された。

次に、微小試験体による、溶脱させた試験体の圧縮強さと溶脱させていない試験体の圧縮強さを図-4に示す。W/C30%の試験体では圧縮強さの比は 78%, W/C55%では 41%, W/C80%で 37%となった。すなわち、EPMA の結果より溶脱範囲がおよそ 80%にある試験体は圧縮強さが 40%程度に減少することが示された。

(3) ビッカース硬度試験

溶脱させた試験体を用いたビッカース硬度の深さ方向の変化を図-5に示す。いずれの試験体も溶脱面に近いほどビッカース硬度は低くなり、EPMA で得られた溶脱程度 (Ca/Si モル比) の傾向と一致した。だが、W/C55%の硬度と W/C80%の硬度の差が見られないなど、絶対的な硬度を得るには至らなかった。

微小圧縮強さとビッカース硬度との関係を図-6に示す。ビッカース硬度のばらつきは大きいものの、微小圧縮強さとビッカース硬度の最小値の間には相関性が見られた。

4. まとめ

電気化学的劣化促進試験を用いて人工的に溶脱させた試験体から採取した部分の微小試験体の圧縮強さとビッカース硬度を測定した。

- ① 微小試験体の圧縮強さは、土木学会規準の圧縮強度に換算することが可能である。
- ② 同一環境下でも、W/C が大きいほど溶脱程度が進行し、試験体厚さの約 8 割が溶脱した微小試験体の圧縮強さは、溶脱していない試験体に比べて約 4 割に低下することが確認された。
- ③ ビッカース硬度の測定によっても、溶脱に伴う試験体の強度低下をある程度把握することが可能である。

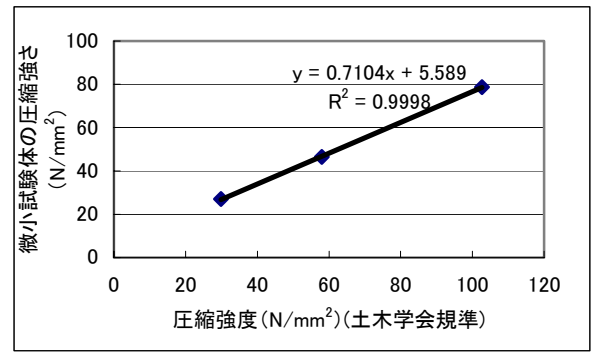


図-3 微小試験体の圧縮強さと圧縮強度の相関

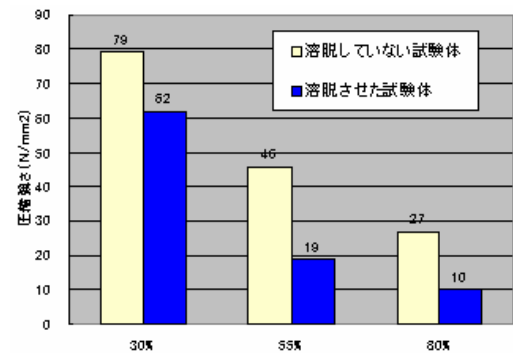


図-4 モルタル試料の微小圧縮強さ

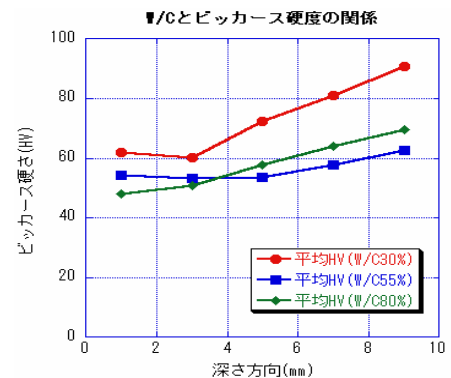


図-5 深さ方向のビッカース硬度の変化

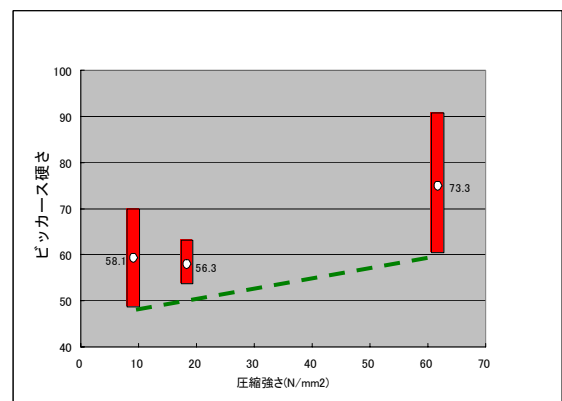


図-6 微小試験体の圧縮強さとビッカース硬度の相関