

V-113

モルタルの凍結水量と細孔構造に及ぼす海水の影響

北見工業大学大学院 学生会員 王 欣
 北見工業大学工学部 フェロー 鮎田 耕一
 北見工業大学工学部 沢田 正剛

1. はじめに

寒冷地で海水の作用を受けるコンクリートの劣化が激しいことはよく知られている。筆者らはその劣化メカニズムに関する検討¹⁾を行い、コンクリート表層部ほど周囲の環境を受けやすいことを明らかにした。

本研究では、海水が特にコンクリート表層部の性状変化に与える影響を明らかにすることを目的として、微小モルタル供試体を用いて、示差走査熱量測定(DSC)を行い、熱的挙動の面から凍結・融解温度及び凍結水量の変化について検討するとともに、水銀圧入式ポロシメータにより細孔構造の変化を調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

供試体は $\phi 1 \times 2$ cm の円柱モルタルとし、セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は標準砂を使用した。配合は表-1 のように W/C=45%・50%・55% で目標フローは 170 ± 10 mm とした。供試体は型詰め後約 24 時間、室温約 20℃、湿度約 90% の室内で養生し、型枠を取り外した後、所定の材齢まで約 20℃ の海水あるいは淡水に浸した。

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
	セメント	水	細骨材
45	578	260	1454
50	520	260	1502
55	468	257	1552

2.2 試験項目

(1)DSC 温度制御は図-1 に示すプログラムによった。図-2 に DSC 曲線のモデルを示す。モルタル中の水分の凍結による発熱ピークの基線の延長線とピークからの延長線の交点から凍結温度、融解による吸熱ピークから同様に融解温度を求めた。また、吸熱ピーク面積から求めた吸熱量を凍結水量として扱った。

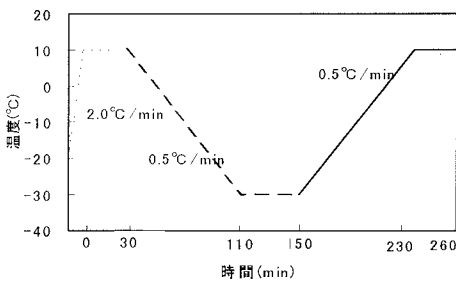


図-1 温度制御プログラム

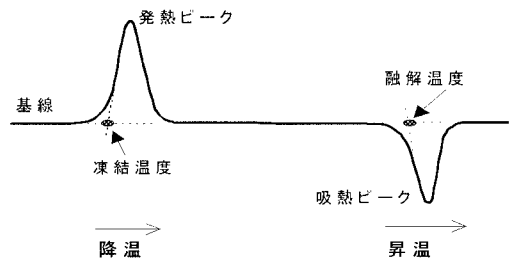


図-2 DSC 曲線モデル

(2)細孔構造 供試体を 2.5~5mm の大きさに粉砕し、アセトン中で洗浄後 D-Dry により水和を停止させ、水銀圧入式ポロシメータにより測定した。

3. 実験結果及び考察

キーワード：海洋コンクリート、耐凍害性、示差走査熱量分析、多孔化、凍結水量

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9513 FAX 0157-23-9408

海水、淡水に浸漬した $W/C=55\%$ の供試体の細孔容積を図-3に示す。海水中では数十から数千 nm の半径の細孔が淡水中より多くなっている。この範囲の細孔は耐凍害性に影響を及ぼすといわれている毛細管空隙で、既往の研究²⁾でも、コンクリートの凍害は、75～750nm の中程度の細孔量と相関することが指摘されている。海水浸漬供試体で中程度の細孔が多いことは、海水の作用を受けるコンクリートの凍害を促進している要因の一つと思われる。

図-4 に $W/C=45\%$ 、50%、55%の供試体の総細孔容積の平均値を示す。海水浸漬供試体では91日まで材齢が進むにつれて総細孔容積が増加し粗大化しているが、材齢182日には少なくなっている。これは、材齢91日までは海水中の主として Cl^- イオンの作用によりセメントペースト組織の多孔化が卓越し、次に生成した $Mg(OH)_2$ を主体としたち密層により多孔化が抑制されたためと考えられる。表層部に形成されたち密層による透水性の低下は水圧を増大させると考えられる。また、多孔化とち密層の形成の複合作用がスケーリングの原因になっている³⁾と推測される。

海水、淡水に浸漬した $W/C=45\%$ の供試体の凍結水量を図-5に示す。海水の浸透による細孔容積の増加及び凍結核の生成の容易さのため、海水浸漬供試体のほうの凍結水量が多くなる傾向にある。冷却過程で水圧が発生する一方、加熱過程における水の熱膨張量がセメントペーストのそれよりも大きい水圧が発生する。この冷却過程の水圧及び加熱過程の水圧はセメントペーストの含水量が多いほど大きくなると考えられる。このため、海水の作用を受けるコンクリートは、淡水の作用を受けるコンクリートより大きな冷却過程での水圧、加熱過程での水圧を生じ、凍害が促進すると思われる。

4. 結論

海水浸漬供試体では淡水浸漬供試体に比べて数十から数千 nm の径の細孔が多くなり凍結水量が増加する傾向にあった。海水による細孔構造の多孔化は3ヵ月くらいまで続くが、その後はち密層が形成されていると考えられ、これらの作用で大きな水圧・氷圧が生じ、スケーリングの発生を助長していると思われる。

【参考文献】

- 1) 鮎田、林：乾燥に伴うコンクリート露出面の強度性状に関する実験的研究、土木学会論文報告集、第338号、pp.187～195、1983
- 2) 鎌田英治、千歩修、田畑雅幸、田中宏和：コンクリートの耐凍害性に及ぼす細孔構造の役割についての統計的解析、日本建築学会構造系論文集、第487号、pp.1～9、1996
- 3) 藤井 卓、藤田嘉夫：硬化セメントペーストの凍結融解劣化に及ぼす塩化物の影響、土木学会論文報告集、第343号、pp.209～217、1984

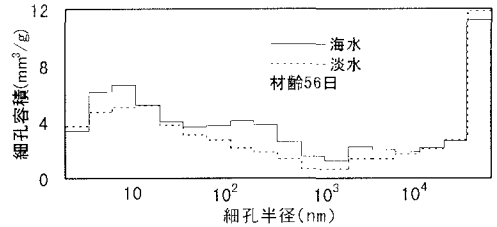


図-3 細孔容積 ($W/C=55\%$)

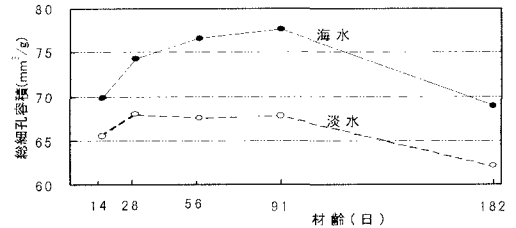


図-4 総細孔容積

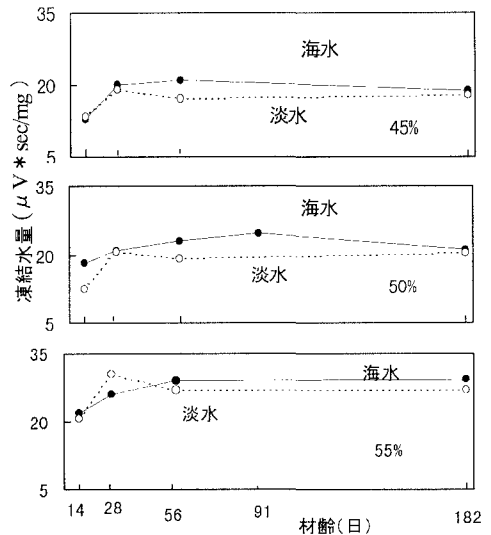


図-5 凍結水量