

日本工営中央研究所	正会員	松山公年
日本工営中央研究所	正会員	石橋晃睦
運輸省港湾技術研究所	正会員	福手 勤
運輸省港湾技術研究所	正会員	濱田秀則

1. はじめに

近年、我が国のコンクリート構造物の長期供用期間の経過とコンクリートの早期劣化の問題が指摘されているなかで、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震は数多くの構造物に多大な損害を与えた。この大惨事は、既存の構造物に対し老朽化診断を実施し、必要な補修、補強を行ない、構造物の耐力を向上させる必要があることを我々に再認識させるに至った。

コンクリートの強度を把握する手法として、依然として構造物からコア試料を採取し、圧縮試験を実施する方法が多く用いられている。とくに、港湾構造物の飛沫帯や海中部では反発度法や超音波法などの非破壊調査法を実施することは困難であり、コア試料を採取し、室内試験を実施する場合が多い。

AE（アコースティック・エミッション）とは、物体が変形もしくは破壊する際に蓄えられていたひずみエネルギーが解放される時に発生する弾性波動現象である¹⁾。AE法はコンクリート内部で生じる変形や破壊現象に関する有益な情報を与える調査手法として注目されている。

そこで、本実験では長期供用期間を経た苫小牧港岸壁と横浜港岸壁コンクリート構造物のコア試料の一軸圧縮試験に対してレートプロセス解析および細孔径分布試験を実施した。これらの結果に対して、レートプロセス解析値とコンクリートの細孔構造の関係を検討した。

2. 実験概要

レートプロセス解析は、健全なコンクリートと劣化したコンクリートで圧縮破壊時のAE発生挙動が異なる点に着目し、圧縮破壊時のAE発生挙動を破壊確率論に基づいた下式により近似することによりコンクリートの劣化度を評価する手法である²⁾。

$$N = C \cdot V^a \cdot \exp(bV)$$

ここに、N：AE発生累積数、V：AE発生確率、a,b,C：定数

苫小牧港岸壁および横浜港岸壁から採取したコア試料の寸法はφ10×20cmである。コア試料採取後、試料の両端をコアカッターで切断し、さらに端面研磨仕上機で両端面を研磨した。

この試料に対して、一軸圧縮試験およびAE計測を実施した。図1に示す計測システムを示す。センサは150kHz共振型で、試料中央に設置し、試料両端には厚さ0.25mmのろ紙2枚を挿入した。AE計測は、試料の破壊荷重の約5%まで載荷し、偏心などの影響がないことを確認した後、計測を開始した。検出されたAE信号をプリアンプで40dB、メインアンプで20dBに増幅した。また、しきい値は50dBに設定した。

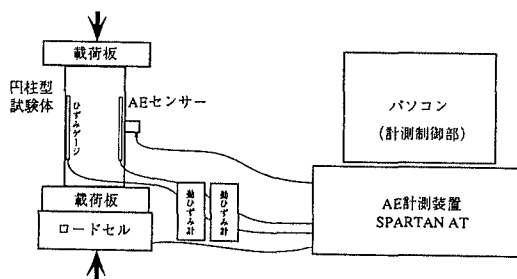


図1 AE計測システム

細孔径分布試験は水銀圧入法により実施し、細孔径0.005～200μmの範囲の細孔量を測定した。

キーワード：アコースティック・エミッション 細孔径分布 一軸圧縮試験 港湾構造物

〒300-12 茨城県稲敷郡茎崎町高崎2304 TEL 0298-71-2040 FAX 0298-71-2022

〒239 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 TEL 0468-44-5033 FAX 0468-44-0255

3. 実験結果および考察

図2に苫小牧港コンクリートの桁毎の細孔容積比を示す。また、図3に横浜新港岸壁コンクリートの細孔容積比を示す。図2の細孔容積比は、水銀圧入法で得られたコンクリートの細孔径分布を直径0.005~0.01、0.01~0.05、0.05~0.1、0.1~1、1~100 μ mの範囲の細孔量が直径0.005~100 μ mの範囲の細孔量に占める割合として棒グラフで示したものである。図2で海側の桁および各桁の下部から採取された試料に直径0.1~100 μ mの範囲の細孔量が増加していることが特徴的である。図3にみられる特徴は、飛沫帯から得られた試料に直径0.1~100 μ mの範囲の細孔量の増加がみられることである。

図4に細孔径分布とレートプロセス解析の関係を示す。図4は、直径1~100 μ mの範囲の細孔容積が直径0.005~100 μ mの範囲の細孔容積に占める割合とレートプロセス解析値 a の関係を示したものである。直径1~100 μ mの細孔容量が多いコンクリートは大きい a 値を示しており、正の相関がみられる。また、苫小牧港岸壁コンクリートと横浜新港岸壁コンクリートを比較した場合、苫小牧港岸壁コンクリートの a 値および細孔容積比が広く分布しているのが特徴的である。

本試験結果と対象桁の供用環境、他の研究成果を考慮した結果、苫小牧岸壁の劣化は、凍結融解作用と鉄筋腐食が複合的にコンクリートに作用したことによると推測された。また、横浜新港岸壁のコンクリートにおいて、飛沫帯でのコンクリートの乾燥や洗い出しなどの繰り返しが原因であると考えられた。

本試験で得られた直径1~100 μ mの細孔容積の増加は、遷移帯の脆弱化とモルタルの緩み、脆弱化の2つの細孔組織の変化を引き起こしたと考えられる。厳しい供用環境により遷移帯の細孔組織が破壊された場合、一軸圧縮破壊過程において荷重レベルの増加にともなうボンドクラックの成長とモルタルクラックの発生・成長を促進すると考えられた。

4. 結論

本試験・検討で、直径1~100 μ mの範囲の細孔容積比と a 値の間に正の相関関係がみられた。このことにより、凍結融解作用や鉄筋腐食などの劣化作用により破壊されたコンクリートの細孔組織の評価に対して、レートプロセス解析値 a が有効であることが明らかにされた。

本実験実施において、運輸省港湾技術研究所および第二港湾建設局京浜港工事事務所、北海道開発局室蘭開発建設部苫小牧港湾建設事務所、熊本大学に御協力をいただきました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大津政康：「アコースティック・エミッションの特性と理論」，森北出版，pp.1-9,1988.
- 2) 九州橋梁・構造工学研究会：「土木工学へのAE計測の応用に関する講習会テキスト」 pp.42-65,1992.

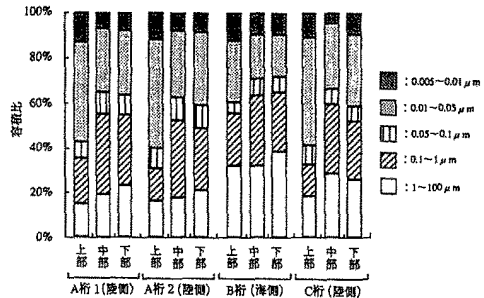


図2 細孔径分布(苫小牧港コンクリート)

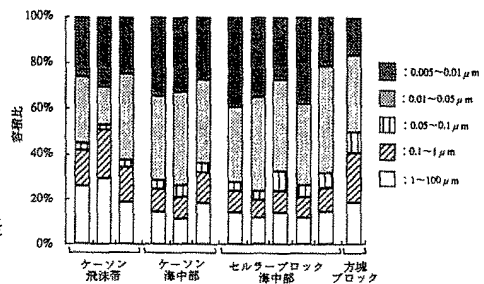


図3 細孔径分布(横浜港コンクリート)

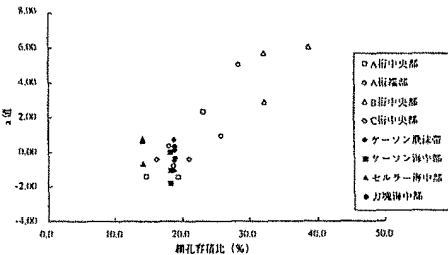


図4 a 値と細孔容積比の関係