

V-220 明治時代に建造されたコンクリート製港湾構造物の耐久性について

横浜市 港湾局 風間 亨
 横浜市 港湾局 上杉 忠男
 東亜建設工業株式会社 飯田 勲
 東亜建設工業株式会社〇守分 敦郎

1. はじめに

横浜港の中央部に位置する新港ふ頭は、明治32年～44年にかけて建造され、以来日本を代表する貿易港として日本経済文化に大きな役割を果たしてきた。このふ頭は、建設後関東大震災による被害や戦災により数回の補修・補強が繰返されて来たが、現在においても使用されており、80年以上に渡って海洋環境下にさらされたコンクリート構造物として大変興味深いものがある。本文においては、新港ふ頭のコンクリート製港湾構造物のうち明治時代に打設されたコンクリートについて調査を行った結果を報告するものである。

2. 構造物の概要

新港ふ頭の概要を図-1に示す。建設当時の護岸の構造形式は、無筋コンクリートによる重力式構造物であったが、その後の補修・補強により現在の構造形式は例えば図-2のようになっている。この構造物の場合、袋詰めコンクリートおよび控工は関東大震災直後に補修・補強されたもので、これらは大正14年頃に施工されたものである。明治時代に打設されたコンクリートは、全て気中で打設された様である。表-1に、文献[1]および配合推定試験の結果より得られたコンクリートの配合を示してある。同表より、当時使用されたコンクリートの水セメント比は50%前後あるいはそれ以下であったものと推測される。また、使用セメントは当時日本国内で生産されていたもので組成的には現在のセメントと大きな違いは無い様であるが、セメントの粒度は比較的大きかった様である[1]。

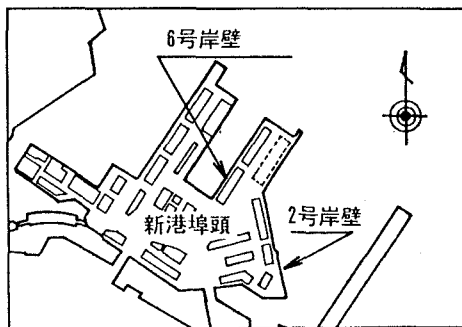


図-1 新港ふ頭の概要

3. 調査項目

新港ふ頭全体の構造物の劣化調査については既に報告[2]してあり、ここでは明治時代に建造された構造物(2号岸壁、6号岸壁)に着目し、表-2に示す項目について調査検討を行った。

4. 調査方法および結果

4.1 示差熱重量分析

示差熱重量分析は、偏光顕微鏡観察により中性化部分と非中性化部分に分け、それぞれの試料について行った。その結果、中性化部分では表面から約3.0mmまで、非中性化部分では中性化部分に続く約3.0mmを試料とし

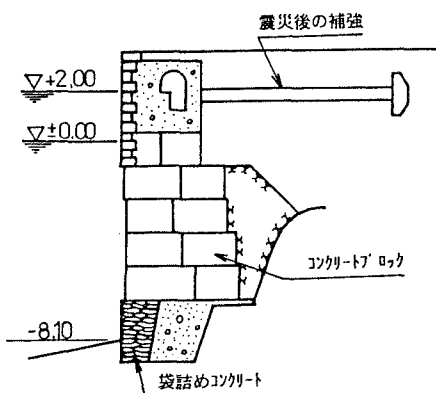


図-2 6号岸壁の構造

表-1 使用されたコンクリートの概要

	水セメント比 (%)	単位量 (Kg/m³)				圧縮強度 (Kg/cm²)	静弾性係数 (Kg/cm²)
		セメント	水	細骨材	粗骨材		
文献 [1]	42.0	238	100	598	1502	---	---
配合推定試験 No. 1	41.9	217	91	981	1200	253	3.33×10^5
配合推定試験 No. 2	52.5	240	126	929	1135	265	3.49×10^5

て用いた。測定条件は、窒素ガス雰囲気中で20℃/minの昇温速度で室温から1000℃まで測定した。

測定結果を図-3に示す。同図には、水酸化カルシウム、炭酸カルシウムおよび炭酸カルシウムを水酸化カルシウムに換算した値と水酸化カルシウムの和(T-Ca)を示してある。この図より次の事が理解される。

- ① 中性化部分においては、気中部、水中部のいずれにおいても、水酸化カルシウムはほとんど計測されず、炭酸カルシウムの量は気中部で15.4%、水中部で9.4%であった。
- ② T-Ca濃度は気中部においては中性化部分で11.4%程度測定されたにも関わらず、非中性化部分では2.4%程度であった。水中部においてもこの傾向は同様であるが、それぞれの値が気中部に比較して小さいことが理解される。これらの傾向はいずれも文献[3]に示された傾向と同様であり、水酸化カルシウムの移動、海水への溶出等の影響が理解される。

4.2 電子顕微鏡観察及びSO₃の分析

港湾構造物の場合、海水に含まれる硫酸塩の影響によるコンクリートの劣化も大きな問題となる場合がある。コンクリートの電子顕微鏡観察結果の一例を図-4に示す。同図より、水中部、気中部のいずれの部分においても非常に大きなエトリガイトと思われる結晶が見られた。従って、これらのコンクリートは硫酸塩の影響を大きく受けているものと推測される。外観調査においても、コンクリート表面に硫酸塩によると思われる劣化が見られた。

さらに、コンクリート中の硫酸塩の影響範囲を見るための1つの指標として、コンクリート中のSO₃の濃度を測定してみた。測定結果を図-5に示す。同図より、SO₃の濃度は表面付近では高いが、表面から2～3cmの位置ではすでに10cm付近の濃度と同様となっており、海水による硫酸塩の影響はそれほど深い位置まで達していないものと推測される。

5. おわりに

長期間海洋環境下にさらされた、明治時代のコンクリート構造物調査を行った結果、コンクリート表面の炭酸化および海水の硫酸塩による劣化はそれほど激しくないことが理解された。

【参考文献】

- [1] 二交会、京浜工事事務所；横浜港修築史-明治・大正・昭和-、昭和58年3月
- [2] 市川・浅野・守分・飯田；80年経過したコンクリート製港湾構造物の耐久性について、第12回コンクリート工学年次講演会論文集 平成2年（発表予定）
- [3] 例えば 岸谷・西澤他；コンクリート構造物の耐久性シリーズ 中性化、技報堂出版

表-2 コンクリート調査項目

配合推定試験	2点
圧縮強度	7点
静弾性係数	4点
鉱物顕微鏡観察	2点
示差熱重量分析	2点
電子顕微鏡観察	2点
SO ₃ の分析	4点

注)新港ふ頭全体に関する劣化調査は文献[2]参照

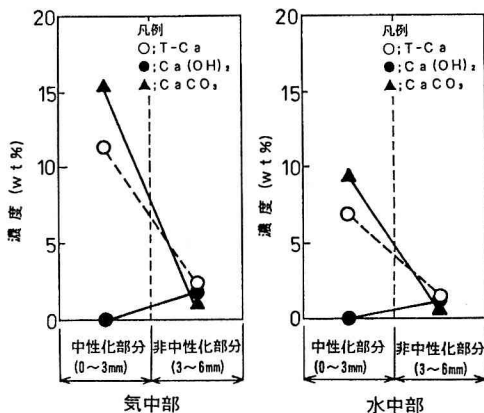


図-3 示差熱重量分析結果

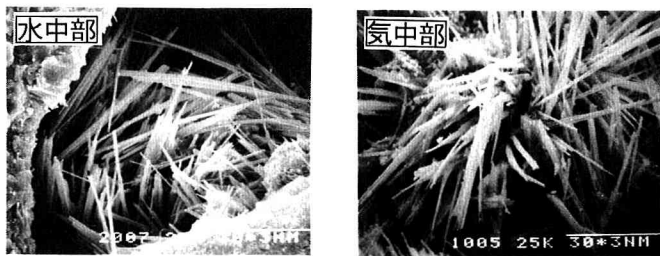


図-4 電子顕微鏡写真

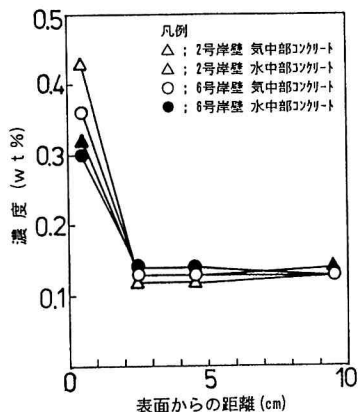


図-5 SO₃分析結果