

V-139 A S R被害を受けた実構造物の経年変化

— 海岸埋立工業団地入江内A橋梁下部工の事例 —

九州共立大学 正会員 松下博通

ソテイト新技術 正会員 菅伊三男

ソボット建設 正会員 武重雅彦

1. はじめに

九州内の海岸埋立工業団地入江内に位置しているA道路橋の下部工コンクリート構造物(着工昭和47年)は、昭和58年からASR特有の無数のひびわれが発生していることが識者の間で認められていた。筆者らが本物件を知ったのは昭和60年代になってからで、第1回目の調査を昭和63年行うとともに、経年的な調査を実施してきたので、その概要を報告する。

2. 調査内容

本コンクリート構造物の調査は3回に分けて行った。その内容を表-1に示す。

表-1 本構造物の調査内容

調査日	調査の目的・内容
昭和63年4月	原因推定 コア室内試験:膨張量測定、顕微鏡観察他
平成元年2月	数量調査 原因究明、補修設計 全下部工の外観調査、ひびわれ分布調査 室内試験:外観・顕微鏡観察、X線回折分析他
平成4年3月	ひびわれ分布調査 コア室内試験:膨張量測定、EPMA、SEM観察 他

3. 調査結果と考察

3-1 平成元年2月調査までの室内試験結果の要旨

- ① 採取したコアを1箇月以上室内に放置していても、コア外周面の細骨材の周囲に、浸出物による濡れが認められる。この部分では水溶性のアルカリ(Na, K)が多く検出された。
- ② 粗骨材は、石灰岩を主体とした安山岩、砂岩等からなる混合骨材が使われている。多くの石灰岩骨材の表面には、1mm程度の白色変色部がみられるが、骨材のわれ、モルタルとの付着性等異常箇所は認められない。
- ③ 細骨材は、母岩が砂岩・安山岩等よりなる海砂と判定された。安山岩系の細骨材の一部には黒色の反応リムが認められた。
- ④ 採取コアの促進膨張試験(JCI方法)による開放膨張ひずみは 140×10^{-6} 、残存膨張ひずみは 450×10^{-6} であった(図-1)。

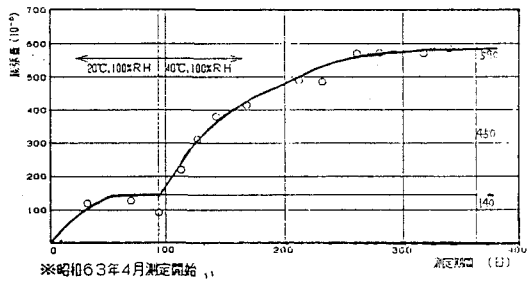


図-1 ASR膨張量測定結果

以上の結果と、ひびわれの特徴から、本構造物の損傷原因は、細骨材によるASRと判定した。

3-2 ひびわれ分布

平成元年2月と平成4年3月における本構造物のひびわれの状況を、図-2に示す。また、ひびわれ量および長さ3mの水平測線と鉛直測線上におけるひびわれ密度とひびわれの幅の測定結果を表-2に示す。3年の時間経過とともに、ひびわれ量は $11.1\text{m}^2/\text{m}^2$ から $15.0\text{m}^2/\text{m}^2$ に上昇し、ひびわれ密度・幅も増大している。

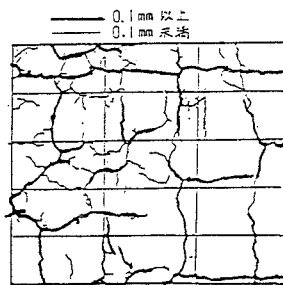


図-2 a ひびわれ分布
(平成元年2月)

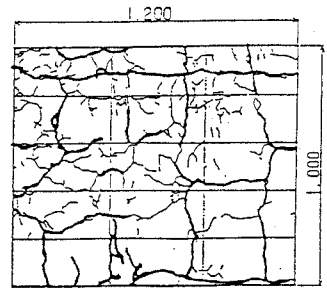


図-2 b ひびわれ分布
(平成4年3月)

次に各々のひびわれ幅の増分を測線長3mで除した「みかけの膨張ひずみ」は、水平方向で 563×10^{-6} 、鉛直方向で 573×10^{-6} とほぼ同等の結果が得られた。このみかけ膨張ひずみは、残存膨張ひずみ 450×10^{-6} より大きい。また平成4年3月の調査時において一部の橋脚上部には、平成元年にはみられなかったコンクリートの剝落・鉄筋の脆性破断が認められた(写真-1)。これらの現象は図-1に示した膨張量測定結果より予測される以上の被害である。

3-3 コアの分析結果

本調査で採取したコアの表面部をEPMAにより元素分析した結果、外部からの元素の侵入が認められた。外部からの侵入深さは表面からClは30mm(うち高濃度9mm)、Naは5mm、Sは25mm(うち高濃度5mm)、Cは16mmであった。またフエーブルイフ法による中性化深さは15mmである。これらの元素の侵入はCO₂の他、本構造物が臨海地区かつ工場隣接地に立地するため飛来塩・工場排ガス等が供給元であると判断される。

一方、SEM観察のよれば、表面から深さ40mm程度のコア内部には多数のヘアクラックが発生しており、その周囲には多数の針状結晶が観察された(写真-2)。これらの針状結晶は粉末X線回折の結果、 $C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$ (エトリガイト)、 $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$ (ハーフマイト・カサイト)であることが明らかとなった(図-3)。

以上のことより本構造物は、細骨材のASRにより発生したひびわれが外部から侵入したS、Cに起因する針状結晶の生成により、その進展が助長されていることが考えられる。

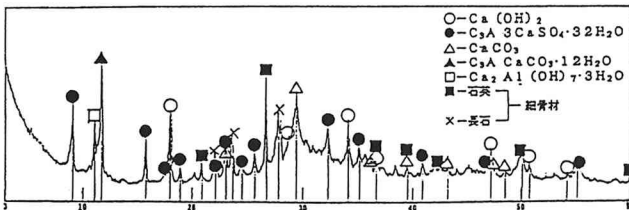


図-3 粉末X線回折分析結果

4. むすび

本構造物はわずか3年間でその損傷が大きく進行している。この原因としてASRによって発生したひびわれが、立地環境による外部元素の侵入によってその進展が助長されたことが考えられる。すなわち海岸構造物や工場隣接地におけるASR損傷速度は通常より大きくなることが予測される。

尚、石灰岩骨材の使用がハーフマイト・カサイトの生成に影響するかについては、今後の検討課題である。

表-2 ひびわれの調査結果

測定年月		平成元年2月	平成4年3月
ひびわれ量 (m/m ²) (内0.1mm以上)		11.1 6.4	15.0 6.6
水	ひびわれ密度 (本/m)	5.7	7.7
平	ひびわれ幅の合計 (mm)	2.41	4.10
測	ひびわれ幅の増分 (mm)	1.69	
線	ひずみ増加量	563×10^{-6}	
鉛	ひびわれ密度 (本/m)	5.0	8.0
直	ひびわれ幅の合計 (mm)	3.37	5.45
測	ひびわれ幅の増分 (mm)	1.72	
線	ひずみ増加量	573×10^{-6}	



写真-1 橋脚上部の損傷状況

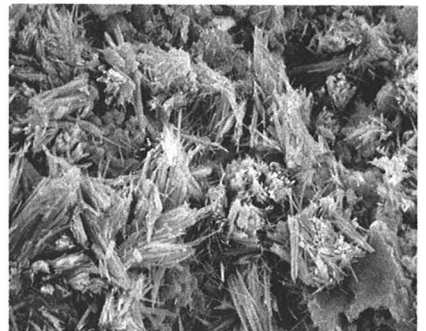


写真-2 SEM観察結果