

(V-21) 塩害を受けたPC桁の補修効果について

東日本旅客鉄道㈱ 正会員 松田 芳範
東日本旅客鉄道㈱ 正会員 大庭 光商
東日本旅客鉄道㈱ 正会員 小林 薫

1. はじめに

海岸線に架設され、海からの飛来塩分の付着により塩害を受けたPC桁が補修後約10年を経過して再度劣化損傷が生じた。本橋りょうは、昭和40年代に建設された日本海沿岸に位置するスパン22.10m（3主桁）×2連、31.30m（4主桁）×1連の単純I形構造のPC桁である。供用開始後ひびわれの発生、錆汁の滲出といった劣化性状が認められたため、部分的な補修が繰り返し行われていたが、10年程前に劣化部分の撤去、打ち換えを基本とした断面修復工法により全面的に補修が行われた。この際、飛来塩分の浸透を防止するため下フランジ部にコンクリート塗装の施工も行われている。本文では、補修の効果を検証するとともに今後の維持管理及び補修方法についての検討を行うことを目的として調査及び試験を行ったので報告する。

2. 調査概要

図-1に、桁の配置状況を示す。

調査は、劣化程度を把握するために目視により観察する「外観調査」を桁全数で行い、ひびわれの幅、本数、長さを測定しひびわれの発生状態の確認の他、コンクリート塗装の劣化等について評価を行った。また、コンクリート中の含有塩分量を把握するため「塩分量分析試験」を全桁の下フランジと2連目の桁のウェブで行った。下フランジは、主桁下フランジ底面から50mm程度の位置でシーす下端付近のコアを採取し、PC鋼材付近の含有塩分量について分析試験を行った。分析試験はJCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」に準拠した。ウェブは、海側桁の海側の面と山側桁の山側の面から深さ100mmのコアを採取して分析試験を行った。分析試料はJCI-SC8「硬化コンクリート中に含まれる塩分分析用コア採取方法」に準じて行い、コンクリート表面から2cm毎に切断スライスしてそれぞれ分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 ひびわれ

劣化損傷は、下フランジ下面の橋軸直角方向のひびわれとコンクリートの浮き及び下フ

表-1 ひびわれ追跡調査

No	1985.10	1995.6	
	本数 (本)	本数 (本)	長さ (m)
1-A	0	6	5.6
1-B	0	4	4.1
1-C	38	191	127.3
2-A	2	102	47.6
2-B	0	16	7.8
2-C	30	142	77.5
3-A	53	292	143.6
3-B	0	28	12.6
3-C	0	32	10.3
3-D	14	103	54.9

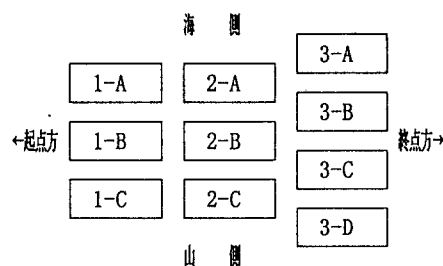


図-1 桁配置

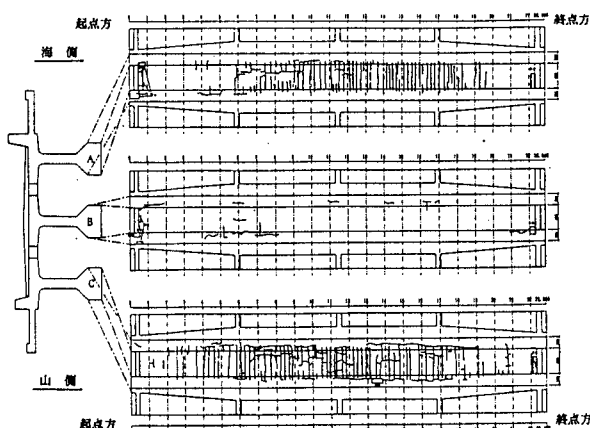


図-2 ひびわれ状況図

ランジ側面の橋軸方向へのひびわれが主である。

下フランジ側面のひびわれは、前回補修した際の無収縮モルタルと主桁コンクリートとの打ち継ぎ部付近で生じており、一部ではあるがひびわれ幅が10mm程度開口している部分もあり錆汁も滲出していた。下フランジ下面では、橋軸直角方向のひびわれが橋軸方向に全体的に生じており、ひびわれ幅は0.1～0.2mm程度で錆汁の滲出も一部で認められた。ひびわれは、ほぼ等間隔に発生しておりその間隔は主桁のスターラップの配置間隔と大体一致している。劣化損傷の特徴として海側、山側の桁共にかかなり多くのひびわれが生じており、劣化損傷程度はかなり厳しい状況である。中央部の桁は、比較的ひびわれの数も少なく外観上、劣化損傷程度は軽微である。表－1、図－2にひびわれ状況の調査結果を示す。

3. 2 塩分量分析

表－2に含有塩分量の分析結果を示す。分析の結果、下フランジ部の塩分量は 2.46～7.98kg/m³と、ばらつきはあるものの高い塩分量を示している。下フランジは、塩化物の浸透防止用に塗膜が施工されており、補修後の塩分の浸透が殆ど考えられないことと、採取・分析した試料が桁本体のコンクリートであることから、補修以前に既に浸透蓄積された塩分が残留していたものと考えられる。図－3にウェブコンクリート中の含有塩分量について、今回と前回調査時の分析結果との比較を示す。今回の分析結果ではウェブの含有塩分量は、桁表面部で9.66kg/m³、中心部で1.17kg/m³であり、桁表面部の含有塩分量は、ほとんど変化が認められないが表面から内部に深くなるに従って含有塩分量が増加している傾向が認められる。ウェブは、塗膜が未施工であり外部からの塩分が供給される状態であるため、経時とともに内部に浸透拡散し蓄積したものと考えられる。

3. 3 コンクリート表面塗装

表－4に塗膜材料の種類及び調査結果を示す。有機系の樹脂材料は、汚れについては比較的良好な結果を示しているが、ひびわれはほとんどの桁に生じており、塗膜がコンクリートから完全に剥離しているものもある。無機系の塗膜材は表面の汚れは目立っているものの塗膜は健全な状態を維持しており、ひびわれも殆ど生じていなかった。これは残留している塩分量などから推察するとひびわれに追従しているものと考えられる。このことからひびわれ追従性及び耐久性の点で無機系材料を添加したアクリル樹脂系塗膜材が優位性を示している。

4. まとめ

- 1)含有塩分量は、経時とともに浸透拡散し蓄積されている。
- 2)コンクリート表面塗装は、ひびわれ追従性及び耐久性において無機系材料を添加した有機材料で良好な結果が得られた。
- 3)塩害により劣化損傷を受けた構造物は、塩化物の残留により劣化損傷を繰り返すことが実証された。

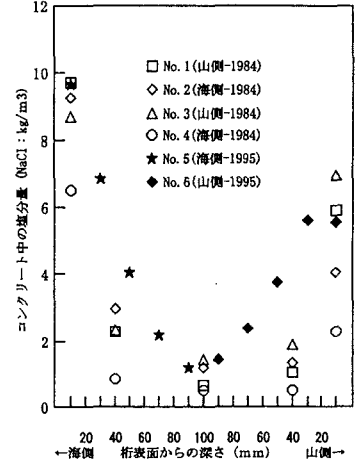
表－2 含有塩分量の分析結果

下フランジ

調査位置	含有塩分量 ₃ (NaCl : kg/m ³)
1-A	3. 9 5
1-B	4. 5 8
1-C	6. 6 4
2-A	5. 7 8
2-B	4. 5 8
2-C	3. 3 8
3-A	2. 4 6
3-B	4. 4 8
3-C	7. 9 8
3-D	4. 9 1

ウェブ

調査位置	分析位置 (mm)	含有塩分量 ₃ (NaCl : kg/m ³)
海 側	0 ~ 20	9. 6 6
	20 ~ 40	6. 8 6
	40 ~ 60	4. 0 9
	60 ~ 80	2. 1 6
	80 ~ 100	1. 1 7
山 側	0 ~ 20	5. 5 7
	20 ~ 40	5. 6 0
	40 ~ 60	3. 7 9
	60 ~ 80	2. 3 7
	80 ~ 100	1. 4 3



図－3 ウェブの含有塩分量の比較

表－3 塗膜材料および調査結果

No	分 類	ひび われ	錆汁の 発生	ふくれ 爆裂等	汚 れ
1-A	無機混合アクリル樹脂系	○	○	○	×
1-B	特殊アクリル樹脂系	×	○	×	△
1-C	特殊変成ポリエステル系	×	×	×	○
2-A	エポキシ樹脂系	×	△	×	○
2-B	シリコーン樹脂系	●	●	○	▲
2-C	ポリウレタン樹脂系	×	×	●	●
3-A	ビニルエステル系	×	×	○	○
3-B	シリコーン樹脂系	●	○	●	△
3-C	アクリルゴム系	▲	○	○	△
3-D	エポキシ樹脂系	×	×	●	●

注) 評価順位 優○●▲△―×―×―劣