

V-34 青森県内既設コンクリート橋の耐久性調査

八戸工業大学 正員 ○庄谷 征美
〃 正員 杉田 修一
青森県土木部 正員 桜田 崇

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の早期劣化の事例が多く報告されており、塩害やアルカリ骨材反応あるいは凍害等が多くその原因として指摘されている。筆者らは、青森県内の各種構造物の外観調査等より、寒冷地海岸部コンクリートでは塩分浸透による複合劣化、例えば凍害を悪化させる要因としての塩分の存在や、凍結融解過程で塩分の移動による塩害の進行などを生ずるのではないかと推察した。その点を解明する一段階として、県内の劣化が比較的進行している橋梁を選定し、各種試験によりその損傷程度を調べてみた。本報告はその概要を述べるものである。

2. 調査方法

(1)調査対象としたコンクリート橋梁：表-1に調査対象となった3橋梁の概要を示す。いずれも海岸線近くに位置し橋梁A、Bは日本海側、Cはむつ湾内に面している。冬季の季節風が卓越して海塩を供給する厳しい環境にあると共に、日最低気温が0℃を下回る年間日数が約90～100日程度と寒冷気象の作用下にある。A、BはPC橋、CはRC橋で、A、Bは供用後約14年、Cは52年経過している。

(2)調査方法：表-2に示されるように、各橋梁とも橋桁、橋脚のコア抜試験の他、局部破壊や非破壊検査を実施すると共に、細孔構造、透気性、中性化、各種イオン浸透深さ、塩分濃度分布、あるいは鉄筋はつりによる発錆状況、配合分析、粗骨材の化学法によるアル骨反応性やコアによるコンクリートの残存膨張量の測定も実施した。

3. 調査結果

(1) 橋梁AおよびB：A橋では橋桁、橋台ともに f'_{ck} を満足しているが、B橋同様、部分的に弾性係数は低下している。A橋の主桁の腐食は、最山側部の桁底面で著しく、かぶりコンクリートの剥落が数ヶ所でみられている。海塩の蓄積浸透は、桁下の風の流れの状況や部位により複雑なものとなっている事が予想される、横桁の塩分量は可溶性塩分でも3cm深さで Cl^- 量で 1.5 Kg/m^3 以上となり、塩分浸透の著しいことが伺える。主桁の非損傷部では強度面では健全であるが、幾分ボロシチーが大きめとなっており、塩害以外の劣化要因の影響を伺わせている。橋台はスケーリング劣化が認められた。B橋梁橋脚は、部分的にボロシチーが大きく、エフロレッセンスと共に亀甲状ひびわれが観察された。使用粗骨材は潜在的有害の領域にあり、コンクリートの残存膨張は約2ヶ月で500マイクロを越えている。塩分浸透も大きく、反応の進行と何らかの関連が予測しうる。伸縮継手より水が落ちるため凍害が助長されている部位も認められた。

(2) 橋梁C：架け替えが予定されている橋梁であり、一度補修されたものの桁部のひび割れ、たわみは大きく、支点部近くのせん断ひび割れの発達もみられる。塩分浸透も大きく、全塩分で $c\ 2\text{~}9\text{ kg/m}^3$ を越える部位もあった。又、凍害も観察されボロシチーは大きく、透気性が無限大と評価される部位も有るなど、組織の弛緩が著しく認められた。なお詳細は講演時に述べる。

表1 橋梁の概要

	Bridge-A	Bridge-B	Bridge-C
所在地	青森県日本海側	青森県日本海側	青森県むつ湾側
型式	ボステンPC 単純桁、T桁	ボステンPC 単純桁、T桁	RC 単純桁、T桁
竣工年月	昭和51年	昭和51年	昭和13年
橋長 (橋脚)	33 m (1径間 6本 主桁) (10.0 m)	163 m (5径間 6本 主桁) (10.0 m)	103 m (10径間 3本 主桁) (5.5 m)
設計荷重	T、L-20	T、L-20	T-6
設計 基準 強度	上部 構造 kgf/cm ²	主桁 橋桁	主桁 橋桁
		400 300	400 300
	下部 構造 kgf/cm ²	橋台 —	橋台 橋脚
		210 —	180 240
架設 位置	海岸 からの 距離	海岸線から約20m	海岸線から約200m
	高さ	海面から一約5.6m 桁下一約1.8m	海面から一約5.6m 桁下一約5.6m

表2 試験結果

試験項目		Bridge-A			Bridge-B	Bridge-C		
		主桁	横桁	橋台	橋脚	主桁	横桁	橋脚
配合分析 水セメント比 (%)			44.3	(74.8)	52.8		(80.6)	(77.5)
コア試料圧縮強度 (kgf/cm ²)			318 (17.2)	241 (23.3)	302 (33.4)		130 (39.9)	188 (62.1)
静弾性係数 ($\times 10^5$ kgf/cm ²)			2.74 (0.291)	3.02 (0.604)	2.00 (0.163)		1.01 (0.285)	1.65 (0.450)
反発度 R		59.4 (3.87)		49.7 (1.55)	50.7 (1.58)	36.9 (5.83)		43.8 (1.55)
超音波伝搬速度 Vp (km/sec)		3.48 (0.595)		3.39 (0.775)	3.55 (0.507)	1.63 (0.509)		1.77 (0.23)
接着引張強度 Ft (kgf/cm ²)		40.9 (13.55)		26.6 (1.8)	27.9 (5.29)	23.0 (8.33)		19.6 (1.85)
貫入深度 (mm)		3.3 (0.1)		4.1		4.2 (0.39)		3.7
簡易透気速度 (mmHg/sec)	深さ30mm	1.31 (1.037)		1.29 (0.08)	1.13 (0.223)	8.92 (0.836)		2.84
	深さ80mm	1.25 (1.443)		0.71 (0.14)	1.43 (0.891)	8.81 (5.99)		1.12
総細孔容積 (cc/g)		0.114 (0.0309)		0.113 (0.024)	0.170 (0.0116)	0.371 (0.2579)		0.161 (0.0255)
平均細孔直径 (Å)		415.9 (156.95)		325.5 (35.0)	422 (104.07)	875.5 (464.48)		487.8 (82.75)
気孔率 (%)		22.20 (5.093)		21.74 (3.66)	29.92 (2.582)	43.22 (15.106)		29.22 (3.44)
中性化深さ (mm)		2.2 (0.75)	7.7 (0.82)	8.02 (2.66)	6.3 (1.97)	48.4 (15.89)	41.0 (9.25)	31.5 (13.82)
塩素イオン浸透深さ (mm)		11.3 (6.17)	4.2 (0.15)	6.4 (0.86)	8.0 (2.83)	57.9 (31.35)	35.3 (19.21)	30.3 (13.14)
硫酸イオン浸透深さ (mm)		3.5 (1.35)	7.7 (1.3)	7.6 (1.31)	7.4 (1.46)	51.8 (21.03)	42.4 (15.57)	44.6 (16.82)
可溶性塩分含有量 (kg/m ³)	深さ1cm		4.82	5.48	3.62		5.54	0.61
	深さ3cm		1.50	5.54	6.66		3.33	0.57
全塩分含有量 (kg/m ³)	深さ1cm		7.51	8.55	4.96		9.36	3.38
	深さ3cm		4.42	11.65	12.77		5.83	3.24
コア残存断面積 (7N)		---			約 520 $\times 10^{-6}$	親柱部 約 1030 $\times 10^{-6}$		

※ () 内は、標準偏差