

国鉄橋梁 正会員 佐藤 勉
 国鉄橋梁 正会員 石橋 忠良
 国鉄橋梁 正会員 長田 晴道

§1 まえがき

鉄筋コンクリート構造物は、一般に耐久性にすぐれ永久構造物として適している。しかし現行の設計では、ひびわれと耐久性に関する設計が不明確であるため、より実用的なものとする必要があると思われる。今回の報告は、こうした目的で行った更橋のひびわれと鋼材の腐食状況調査、主として曲げひびわれに関しての調査結果を述べるものである。

§2 調査橋梁

今回の調査は、丁形断面の単純桁（8橋梁23連）について実施し、表-1にその8橋梁（A～H）のスパン、調査場所、海岸からの距離、構造物の経年を示した。調査した8橋梁は、比較的新しく昭和35年以降に建設されたものばかりで、また海岸からの距離も離れており海岸の影響も直接受けていない。しかし、考慮すべき環境条件の相違としては、A、B、C橋梁は冬期間中かなり厳しい寒冷下にさらされており、D橋梁は工業地帯に存在するためコンクリートの劣化が進行しやすい条件下にあると思われることである。

§3 調査項目及び方法

調査項目は、各橋梁ともひびわれ分布、ひびわれ長さ、ひびわれ幅、コンクリート中性化深さ、鉄筋のかぶり、鉄筋の腐食状況について実施した。（表-2）ひびわれ分布、長さ、幅の確認位置は、スパン中央と1/4点の各1.5m区間における下縁及び腹縁で行った。なお、ひびわれ幅はフラックゲージにてひびわれ方向に対して直角に刺した値である。コンクリート中性化深さは、桁下面での最大ひびわれ（曲げひびわれ）発生位置において、鉄筋位置までコンクリートを研りフェノールフタレン1%溶液を噴霧し、赤変しない部分の深さをメスにより1mm単位まで読みとった。中性化深さは、4点突刺の平均値とした。また、研り出した鉄筋の腐食状況は目視により観察し、その程度を表-2に示すⅠ～Ⅳのランクに従って分類するものとした。

§4 調査結果

ひびわれ発生分布は、各橋梁それぞれ異っており、特にA、F、G橋梁は他の橋梁に比べひびわれがあまり見られなかった。最大ひびわれ幅も、全橋梁を通して0.1～0.25mm程度であった。（表-3）図-1は、構造物の経過年数と中性化深さの関係を整理したものである。その分布にはばらつきが大きいのは、環境条件の違いが影響しているものと考えられる。特にA、B、C橋梁は中性化がほとんど見られないのに対し、D橋梁は非常

表-1 調査橋梁

(8橋梁23連)

NO.	橋 梁	構造形式	スパン (m)	調査 場所	海岸からの 距離 (km)	経年	調査連数
1	A	単丁桁	15.8	北海道	1.5	15	2
2	B	—	15.8	—	15.0	18	4
3	C	—	22.1	—	6.0	14	4
4	D	—	19.0	関東	3.8	11	5
5	E	—	12.9	北 陸	18.3	23	2
6	F	—	12.9	—	6.6	20	2
7	G	—	22.1	—	9.8	18	2
8	H	—	22.1	関 西	—	9	2

表-2 調査項目及び方法

調 査 項 目	調 査 位 置 及 び 方 法
ひびわれ分布 ひびわれ長さ ひびわれ幅	桁スパンの 1/2 , 1/4 点における下縁及び腹縁 のひびわれ (巾0.05mm以上) を対象
コンクリート中性化 深さ	桁下縁での最大ひびわれ部を対象 (フェノールフタレン1%溶液を使用)
鉄筋のかぶり	中性化測定位置において、主鉄筋・スタースラップの かぶり
鉄筋の腐食状況	中性化測定位置において、鉄筋の発錆状況を目視に より観察し、その程度をⅠ～Ⅳに分類 Ⅰ …… 発錆がない Ⅱ …… 斑点又は部分的な赤錆がある Ⅲ …… 全体に赤錆がある Ⅳ …… 黒錆又は厚き錆で断面欠損がある

に中性化が進んでいた。しかし、表-3に示すようにD橋梁の鉄筋の腐食は軽度の錆しか見られず、中性化は直接腐食の原因とはならないようである。なお、図-1に中性化速度の推定式(岸谷の式)¹⁾より、水セメント比60%と仮定した値を示した。

表-3に鉄筋のかぶりと腐食状況を列記したが、表に示されるように腐食ランクはすべてIとIIに限定されているため判断は難しいが、今回の場合かぶりはすべて50mm以上確保されているため、I、IIランクの錆しか発生しなかったものと考えられる。

図-2に引張鉄筋位置における最大ひびわれ幅と、 $\sqrt{ds}/1 + \frac{2}{3} \frac{ds}{h_1}$ を示した。

〈記号〉
 ds -----引張鉄筋の圆心から側面までの距離(cm)
 A ----- A_e/m
 A_e -----主筋周辺のコンクリートの断面積で、主筋と同じ重心をもつコンクリートの有断面積
 m -----主筋の本数
 h_1 -----中立軸から引張鉄筋の圆心までの距離

図-2には、Gergely-Lutzの式²⁾における引張鉄筋応力2000 kg/cm^2 とした場合での値を示した。今回の調査結果からは、ばらつきが大きいため調査数も少ないため一概には判断できないが、最大ひびわれ幅はGergely-Lutzの式に比べ、若干大きい値となっているものと思われる。

§5 あとがき
 鉄筋コンクリート構造物のひびわれと鉄筋の腐食についての調査結果を報告したが、今後もし引き続き軽年した構造物の調査を行い、耐用年数を考慮した荷重条件、環境条件及びかぶりから定まる新設ひびわれ幅を決定し、設計に反映する予定である。

- 〔参考文献〕
 1) 岸谷孝一：鉄筋コンクリートの耐久性、鹿島建設技術研究所出版部 昭38、2
 2) Gergely-Lutz ; Maximum crack Width in Reinforced Concrete Flexural Members , A C I SP-20, 1968.

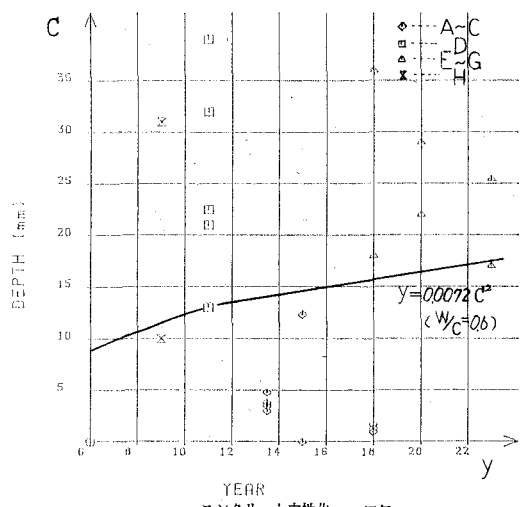


図-1 コンクリート中性化 - 経年深さ

表-3 鉄筋の腐食状況

No	橋梁	鉄筋径	主筋のかぶり (mm)	ひびわれ幅 (mm) (測定位置)	コンクリートの線応力 σ_{cs}		腐食状況
					死荷重	死+列+衝	
1	A	D 32	71	—	52	88	II
2	B		76	0.10			
3	B		87	0.10			
4	B		78	0.20			
5	C		66	0.10	61	92	II
6	C		66	0.10			
7	C		60	0.15			
8	C		65	0.10			
9	D		54	0.10	51	80	II
10	D		51	0.10			
11	D		124	0.15			
12	D		121	0.06			
13	E		51	—	32	53	II
14	E		85	0.10			
15	E		48	0.20			
16	E		47	0.20			
17	F		49	0.20	60	92	II
18	F		64	0.10			
19	F		61	0.15			
20	F		16	0.05			
21	G		102	0.20	62	93	II
22	G		79	0.20			
23	H						

注) ①は、スパン中央全断面有効とした場合のコンクリート下縁引張応力度とする。(計算値)
 列車荷重は、KS-12相当値とする。

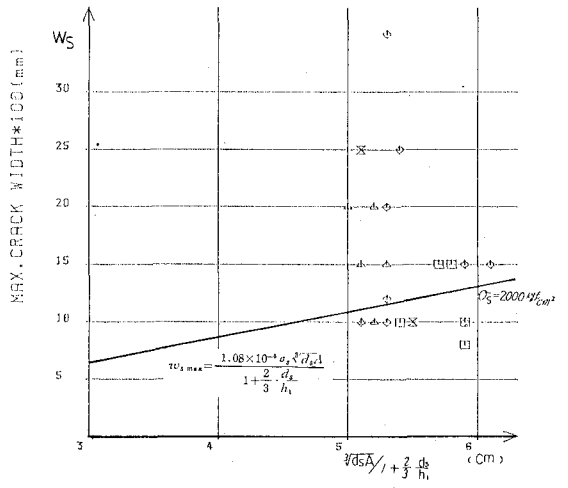


図-2 部材側面鉄筋位置の最大ひびわれ幅