

V-230

現場載荷試験を経た鉄筋コンクリートT桁の耐用性評価に関する研究

神戸大学工学部 ○宮本文穂

神戸大学工学部 西村 昭

京都大学工学部 藤井 学

兵庫県土木部 玉田尋三、西川尚浩

1. 目的

本研究は、架設後50余年を経て架替えられた「桜橋」（単純2径間RC-T桁橋、5主桁）について、耐用性診断のための現場載荷試験を実施した後¹⁾の主桁を切り出し、RC-T桁としてその耐用性（耐荷性、耐久性）評価法の検討を行ったものである。橋梁の耐荷性、耐久性は種々の要因の影響を受けることから、その評価は容易でない。すなわち、耐荷力評価においては、床版上に敷設される舗装アスファルト、高欄、コンクリートの劣化、鉄筋腐食等の影響があり、また、耐久性においては、試験手法、試験条件、キャリブレーション等によるばらつき等が挙げられる。本研究では、これらについての影響評価を、切り出し桁について実行し、その評価結果を切り出し桁に対する載荷試験及び材料試験によって確認した。

2. 試験概要

試験の対象とした桁は、現場載荷試験終了後に切り出したRC-T桁2体（C、D桁）で、そのひびわれ状況及び断面形状は図1の通りである。切り出し桁の両端は、本来連続していた主鉄筋を切断したため、連続性を復元させるように主鉄筋両端面に鉄板を溶接し、無収縮モルタルで間詰めを施した。このような両桁に対して次の各項目の試験を行った：（1）静的載荷試験：たわみ、ひずみ、ひびわれ幅に及ぼす舗装の有無、腐食による鉄筋量減少及び載荷位置の各影響を明らかにするため、図2に示す載荷装置により、表1に示す工程の試験を行った。（2）耐久性評価試験：① 主鉄筋引張強度試験：C、D桁から採取した主鉄筋について引張強度、伸び、弾性係数等を測定した。② 主鉄筋腐食状況評価試験：コンクリート中の鋼材の腐食状況を非破壊的に検討するために、C桁について自然電位測定法²⁾を適用して、鉄筋の腐食状況の推定を行った。③ コンクリートコアによる強度及び中性化深さ試験：主桁ウェブ6ヶ所から抜き取ったコア（ $\phi 10\text{cm} \times$ 約 20cm ）について、圧縮強度試験及び平均中性化深さを測定とした。④ アスファルトコア試験：コンクリートコア試験に準じた試験を行った。

表1 試験工程

STEP	行程	内容
1	舗装有載荷	荷重15tまで載荷
2	舗装除去後載荷	荷重8tまで載荷
3	鉄筋1本切断後載荷	荷重5tまで載荷
4	鉄筋2本切断後載荷	荷重5tまで載荷

3. 試験結果及び考察

表2,3は、表1に示す試験工程に従った各状態でのたわみより曲げ剛性を算出し、その変化をまとめて示したものである。

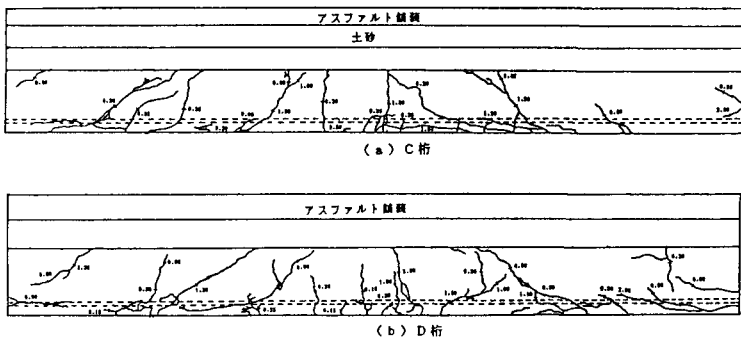


図1 切り出し桁のひびわれ状態（点線は主鉄筋、単位：mm）

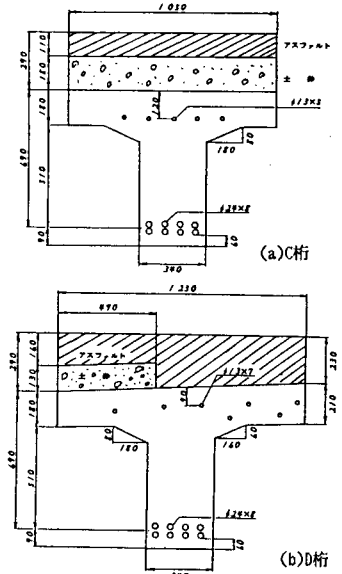


図2 桁断面の詳細（単位：mm）

ここで、理論値は、土砂の弾性係数を0.0と考え、他の弾性諸特性は、材料試験を通じて得られたものを使用した値である。これより、土砂を含む舗装の有無の影響を除いては、剛性低下率はほぼ理論値に対応したものとなっている。これをまとめたものが表4であり、両者の間には一定（定数約0.45）の関係がみられる。この関係を利用して、土砂の曲げ剛性への寄与を求めると土砂のヤング係数 $=6.5 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ とした場合に相当し、かなりの剛性を有する結果となった。表5は、耐久性評価試験結果の一例を示したものであり、コンクリートの平均圧縮強度が 76 kgf/cm^2 、平均弾性係数が $6.6 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ 、平均中性化深さが 7.6 cm であることから、コンクリートの劣化が著しいことがわかる。しかし、主鉄筋の引張試験結果は、いずれもSR24と同等の性質を示しており、鉄筋の腐食による強度劣化はみられないようである。また、アスファルトコアの圧縮試験結果は、圧縮強度がコンクリートの約60%、弾性係数が約6%であった。

4. 結論 (1) 舗装（アスファルト及び土砂）は、コンクリートとほぼ一体となって挙動し、かなりの剛性を持つことがわかった。特に、C桁のように土砂が厚い場合には、弾性体であるコンクリートとアスファルト間にはさまれて、たわみを抑制する効果を発揮するものと考えられる。(2) 実測たわみより得られる曲げ剛性と、材料試験を通じて得られた弾性諸特性を使用した理論値の剛性との間に対応関係がみられる。この関係は、実橋でのアスファルトの影響、あるいは荷重分散効果等を見積る際の参考となる。(3) 鉄筋断面の減少は、剛性低下として直接たわみに影響を及ぼし、本実験では、鉄筋断面が1本分減少した場合の剛性低下は約5%であった。(4) 本切り出し桁には、コンクリート表面に変色、剥離が見られ、また、多数のひびわれが入っており、コンクリートがかなり劣化していることが予想されたが、材料試験

結果は目視試験と一致しており、特にコンクリートの中性化が著しく進行していた。

参考文献 1) 西村 ほか：橋梁診断ケーススタディー、橋梁と基礎、Vol.19、1985.4、2) 岡田 ほか：自然電位の測定によるコンクリート橋梁の健全度の判定基準について、土木学会関西支部シンポジウム論文集、1983.2

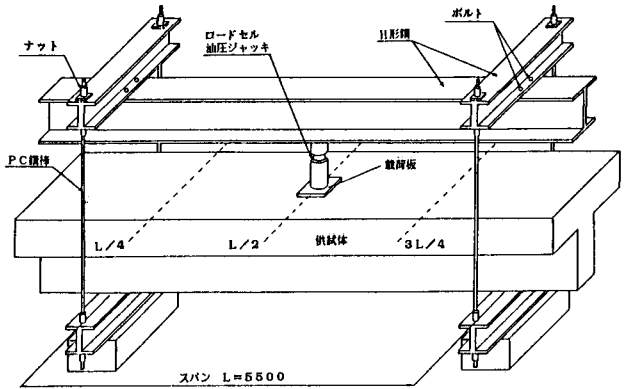


図3 載荷装置の概略（単位：mm）

表2 試験工程に対応した曲げ剛性の变化の比較(L/2載荷)

		C 桁		D 桁	
		理論値	実験値	理論値	実験値
舗装有	x (cm)	58.0	52.0	52.7	63.3
	I ($\times 10^8 \text{ cm}^4$)	2.81	2.19	3.33	1.82
	E I ($\times 10^{11} \text{ kgf-cm}^2$)	1.83	1.42	2.16	1.19
舗装無	x (cm)	30.1	29.4	28.5	34.5
	I ($\times 10^8 \text{ cm}^4$)	2.60	1.13	3.01	1.29
	E I ($\times 10^{11} \text{ kgf-cm}^2$)	1.69	0.73	1.96	0.84
	剛性低下率 (%)	92.5	51.5	90.6	70.5
鉄筋1本切断	x (cm)	28.5	30.8	26.9	33.8
	I ($\times 10^8 \text{ cm}^4$)	2.37	1.08	2.74	1.18
	E I ($\times 10^{11} \text{ kgf-cm}^2$)	1.54	0.70	1.78	0.77
	剛性低下率 (%)	91.2	95.6	91.1	91.7
鉄筋2本切断	x (cm)	26.7	28.8	25.2	30.8
	I ($\times 10^8 \text{ cm}^4$)	2.13	1.03	2.46	1.12
	E I ($\times 10^{11} \text{ kgf-cm}^2$)	1.38	0.87	1.60	0.73
	剛性低下率 (%)	89.7	95.6	89.5	95.3

表4 曲げ剛性の比較

	(実験値) / (理論値)	
	C 桁	D 桁
舗装有	0.77	0.55
舗装無	0.43	0.43
鉄筋1本切断	0.45	0.43
鉄筋2本切断	0.49	0.46

表3 試験工程に対応した曲げ剛性の变化の比較(L/4, 3L/4載荷)

		C 桁		D 桁	
		E I ($\times 10^{11} \text{ kgf-cm}^2$)	低下率 (%)	E I ($\times 10^{11} \text{ kgf-cm}^2$)	低下率 (%)
L/4 載荷	舗装有	2.45	—	1.59	—
	舗装無	1.25	51.0	1.26	79.2
	鉄筋1本切断	1.17	93.6	1.21	96.0
	鉄筋2本切断	1.10	94.0	1.14	94.2
3L/4 載荷	舗装有	5.16	—	2.31	—
	舗装無	3.59	69.6	1.86	80.5
	鉄筋1本切断	3.30	91.9	1.77	95.2
	鉄筋2本切断	2.92	88.5	1.76	99.4

表5 コンクリートコア試験結果

NO.	圧縮強度 (kgf/cm^2)	弾性係数 ($\text{kgf/cm}^2 \times 10^4$)	中性化深さ (cm)
1	71.5	6.53	9.84
2	71.4	6.76	9.80
3	68.8	4.80	7.08
4	58.9	4.04	7.18
5	103.5	8.95	5.90
6	80.5	8.29	6.20
平均	75.77	6.58	7.63
標準偏差	13.92	1.74	1.54