

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 収
東日本旅客鉄道(株)秋田支社 高橋 正雄
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 宮本 征夫
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 渡辺 浩史

1. まえがき

建設後約30年を経過し外観変状を生じた鉄道のRC橋梁(桁13連)の健全度の評価を行うために詳細調査を行った。調査対象橋梁は、RC単線単純2主T形桁(支間22.1m、桁高1.95m)である(図-1参照)。当調査の中で、1連の桁について鉄筋応力度の測定および桁のたわみ測定を行っている。この測定結果をもとに耐力および走行安全性の検討を行ったので報告する。

2. 測定概要

測定位置は、支間中央部における図-1に示す断面の位置とした。鉄筋の応力度は、下フランジの被りコンクリートをはつり落とし、露出した鉄筋にストレインゲージを取付け、測定した列車走行時の鉄筋ひずみの最大値に鉄筋のヤング係数を乗じて算出した。桁の最大たわみは下フランジ下面に取付けたリング式変位計によって測定した列車走行時のたわみから求めた。測定結果および計算値を表-1に示す。測定値は、図-1に示す2点の平均値である。

3. 考 察

以下の考察で用いるコンクリートおよび鉄筋のヤング係数は、採取したコンクリートコアの圧縮強度試験および採取鉄筋の引張強度試験の測定結果から求めた値であり、それぞれ $1.26 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $2.10 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ である。

(1) 鉄筋応力度

非構造部分の影響の検討を行うため、主構造部分のみの場合および主構造部分と非構造部分を含む場合の2通りの計算を行った。ここで、主構造部分とは桁本体をいい、非構造部分とは高欄、地覆および軌道等をいう。

なお、この検討において考慮した非構造部分は地覆のみ(図-1の網かけ部)のみである。

死荷重および測定列車荷重による曲げモーメント(Md)と当該橋桁の降伏曲げモーメント(My)の比と鉄筋応力度の測定値と計算値の比との関係を図-2に示す。

応力度の測定値/計算値は、計算に用いる断面として主構造部分のみとする場合と主構造部分+非構造部分とする場合とで大きな差はみられず0.37~0.50の範囲であった。

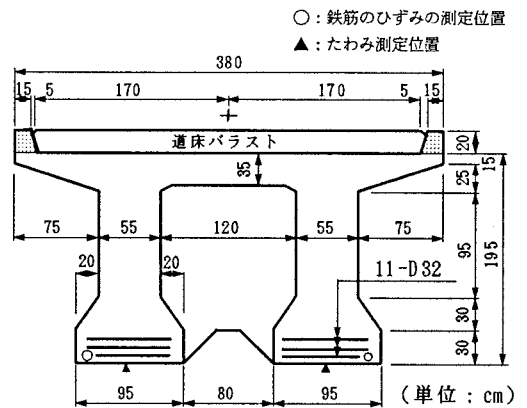


図-1 桁の断面形状

表-1 測定結果および計算値

測定列車番号	列車の車け計荷重(値にメよんるト)(tf・m)	鉄筋応力度(kgf/cm ²)			たわみ(mm)				
		計算値		測定値	計算値				
			主構造のみ		非構造を含む	全断面有効		ひびわれ断面	
						主構造のみ	非構造を含む	主構造のみ	非構造を含む
1	86.0	105	216	214	2.30	3.43	3.28	4.72	4.50
2	84.5	103	212	210	2.30	3.36	3.21	4.63	4.42
3	88.6	84	223	220	1.95	3.53	3.37	4.86	4.64
4	85.4	93	215	212	2.05	3.40	3.25	4.68	4.47
5	84.8	106	213	211	2.30	3.38	3.23	4.65	4.44
6	82.8	78	208	206	1.80	3.30	3.15	4.54	4.33
7	85.8	95	216	213	2.10	3.42	3.27	4.71	4.49
8	83.9	92	211	209	2.05	3.34	3.19	4.60	4.39
9	164.3	165	413	408	3.65	6.54	6.25	9.08	8.69
10	88.1	90	221	219	1.95	3.51	3.35	4.83	4.61
11	85.8	88	216	213	1.95	3.42	3.27	4.70	4.49
設	230.7	——	545	540	——	7.01	6.70	12.82	12.28

注1) 測定列車は、測定列車番号9番の機関車を除き内燃動力車である。
2) 設は、当該線区の標準列車荷重E A-15である。

過去に行われたRC鉄道橋梁の実橋試験において測定された鉄筋応力度も、一般的に主構造部分のみを計算断面として用いて算出される計算応力度よりかなり小さくなる傾向にある。これは、慣用の計算仮定の差および計算断面として今回考慮した地覆部分以外の非構造部分である軌道構造の寄与によるものと考えられる。

(2) 曲げ剛性

曲げひびわれ発生に伴う剛性低下¹⁾および非構造部分の影響を考慮するため、表-1に示す4とおりにについて計算した。

たわみの測定値と全断面有効の計算値との比は、主構造部分のみの場合は0.54~0.69、非構造部分を含む場合は0.57~0.72の範囲に分布し、測定値とひびわれ発生に伴う剛性低下を考慮した計算値との比は、主構造部分のみの場合は0.39~0.50、非構造部分を含む場合は0.41~0.52の範囲に分布している(図-3、4参照)。

過去のRC鉄道橋梁のたわみの測定結果によると主構造部分に曲げひびわれが発生している場合でも、非構造部分の影響により、主構造部分に対して全断面有効の曲げ剛性を用いて計算したたわみ量の50%程度しか生じないことが確認されている。

本検討では、計算に非構造部分として地覆部分を考慮しているだけであり、たわみの測定値が計算値よりも小さい原因としては、軌道構造による剛性および採取されたコアのヤング係数と桁全体のヤング係数の差による影響等が考えられる。

4. 耐力および走行安全性の評価

鉄筋応力度およびたわみの検討結果によると本橋桁は、外観変状が生じているが外観変状のない健全な桁の鉄筋応力度およびたわみの測定結果と同様の傾向が認められることから、現時点では機能上十分な耐力および曲げ剛性を有しているものと考えられる。

なお、本調査で得られた鉄筋およびコンクリートの材料強度を用いて「鉄道構造物等設計標準(コンクリート構造物)」²⁾を適用して曲げモーメントおよびせん断力に対して終局限界状態の安全性の検討を行ったところいずれも安全性が確保されており、また走行安全性については、設計列車荷重に対する列車走行安全性の制限値20.1mm(L/1100)に対して12.8mmとなり制限値を満足する結果となった。

5. まとめ

本橋梁における鉄筋応力度および桁のたわみの測定結果によると、測定値は計算値に比べてかなり小さい。これは、鉄筋応力度に関しては慣用の計算仮定による差および非構造部分(軌道等)が考えられ、桁のたわみに関しては非構造部分(軌道等)の影響等が考えられる。

なお、本橋桁は外観変状が生じているが、健全なRC桁の過去の測定結果との比較等により現時点では、耐力および走行安全性に対しては健全であると考えられる。

〔参考文献〕

- 1) 涌井 一, 松本信之, 渡辺忠明: たわみ量の算定におけるコンクリート桁の曲げ剛性評価法, 鉄道総研報告, Vol.5, No.11, 1991.11
- 2) 財団法人鉄道総合技術研究所, 鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物), 丸善, 1992.10

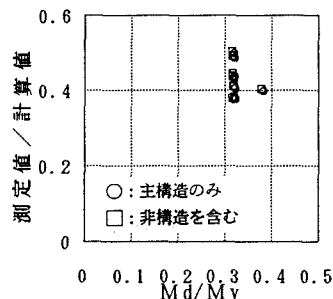


図-2 鉄筋応力度

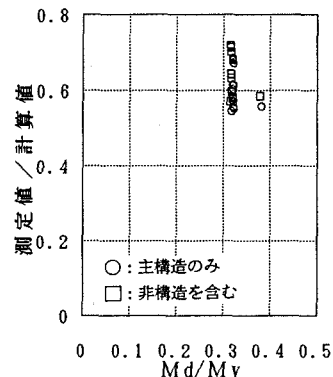


図-3 全断面有効のたわみ

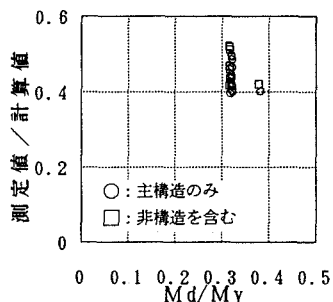


図-4 ひびわれ断面のたわみ