

第7回 業務報告会

論文集

WEB版

2009.11.5

ホテル熊本テルサ

社団法人 熊本県測量設計・建設コンサルタンツ協会

実応力計測による道路橋の耐荷力照査

株式会社有明測量開発社 設計部 西原 宏一

道路橋の維持管理においては活荷重の増加にともなう耐荷力の確保は重要な課題であり、現在、B活荷重に対応した補強対策がおこなわれている。ただし、全ての対象橋梁を短期間に対策を行うことは実質的に困難なため、路線の重要度や損傷度および応力頻度測定(供用荷重)等で実応力を計測し、その優先順位を定めている。本業務は、昭和46年に架設された山間部に位置する橋梁が、ダム堆砂除去事業で増加が想定される重車両に対する耐荷力照査であり、応力頻度測定に加え、静的・動的載荷試験を行うことで実応力を計測し、増加応力に対する既設橋梁の耐荷性能を把握するものである。

キーワード； 損傷度， 応力頻度測定， 静的・動的載荷試験， 耐荷力照査

1. はじめに

本業務は、山間部に位置する合成H型鋼橋（2橋）の耐荷力照査であり、通常は交通量の少ない路線であるが、ダム堆砂除去事業により、交通量と部材応力の増加が想定された。また、架設当時の設計荷重はTL-14^{(1),(2),(3)}であり、設計曲げモーメントは10tダンプ1車（10t）を載荷した場合の発生曲げモーメントより小さいものとなるため、耐荷力の不足が懸念された。

そこで、詳細調査による損傷度の判定並びに復元設計による設計諸元の設定をおこない、応力頻度測定、静的・動的載荷試験から得られる発生ひずみ量からの換算実応力をもとに耐荷力照査を行った。



写真-1 載荷試験

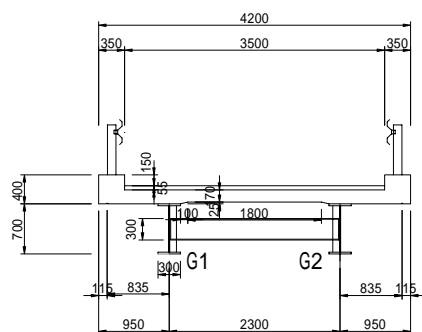


図-1 橋梁断面図

2. 詳細調査

(1) 外観損傷調査

主桁は亀裂や断面減少も無く、防食機能も健全性を有していた。また、床版コンクリートにおいても、橋軸直角方向に乾燥収縮に起因する0.2mm以下のひび割れ等が確認されたが、現時点でそれらの損傷が耐荷力に直接影響を与えることは無いものと考えられた。

(2) コンクリート圧縮強度試験

外観損傷度から、床版部全体における健全性は同等と判断されたため、反発硬度法を3箇所おこない、最低推定強度を示す箇所コアを採取し、圧縮強度試験をおこなった。結果から、RC構造物としての圧縮強度は満足しているものと考えられた。

表-1 圧縮強度結果表

橋梁名	反発硬度法 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)
A橋	23.9	24.9
	31.3	-
	26.4	-
B橋	32.0	-
	30.9	45.7
	31.3	-



(3) 中性化試験

以下に中性化試験結果とはつり調査結果を示す。

表-2 中性化試験結果表

項目	A橋	B橋
平均中性化深さ	18.9mm	5.0mm
鉄筋純かぶり	27.0mm	30.0mm
中性化残り	8.1mm	25.0mm

表-3 鉄筋腐食状況と評価表

A 橋	B 橋
	
中性化残りが発錆限界未満で表面錆程度であるため、進展期に分類されるが、補修対策の緊急性はない。 ⁴⁾	中性化残りが発錆限界以上で表面錆程度であるため、潜伏期に分類される。 ⁴⁾

架設年次は同じであるが、中性化の進行はA橋の方が速いものとなっている。これは、表-1から圧縮強度のバラツキ大きく強度が低いことに起因しているものと考えられる。ただし、鉄筋の断面欠損は微小であり構造上の懸念はないものと考えられる。

3. 復元設計

当時の設計資料が不明なため、復元設計を実施することで、使用材料と許容値の設定を行った。

(1) 使用材料と許容値の仮設定

使用材料と許容値は、詳細調査結果と当時の適用方書「昭和39年鋼道路橋示方書」及び関連図書を参考に以下のように仮設定を行った。なお、形状寸法は詳細調査での実測値を採用した。

表-4 使用材料と許容値の仮設定^{1),2)}

材 料	仕 様	許 容 応 力 度
コンクリート強度	$c_k = 28\text{N/mm}^2$	曲げ圧縮応力度 $\dots 8\text{N/mm}^2$ 許容引張応力度 $\dots 1.87\text{N/mm}^2$
鋼材材質	SM58	曲げ応力度(引張, 圧縮とも) $\dots 255\text{N/mm}^2$ せん断応力度 $\dots 145\text{N/mm}^2$
鉄 筋	SD24	許容引張応力度 $\dots 140\text{N/mm}^2$
高力ボルト	M22 F11T	ボルト1本, 1摩擦面あたりの許容力51.548N

(2) 復元設計結果

詳細調査による実測寸法を基に、当時の設計荷重(TL-14)を載荷させ、照査した結果、仮設定した許容値を満足するものとなり、当時の設計諸元を復元することが出来た。

表-5 B橋主桁の復元設計^{1),2)}

(単位: N/mm²)

種別 箇所	合成前 応力度	合成後 応力度	計	許容応 力度	判定
cu	0.00	s-0.98 v-3.70	-4.69	-8.00	o.k
cl	0.00	s-0.16 v-0.59	-0.75	-8.00	o.k
su	-117.60	s-1.11 v-4.16	-122.87	-255.00	o.k
sl	117.00	s22.00 v82.88	221.88	255.00	o.k

合成前曲げモーメント $M = 726.20\text{kN}\cdot\text{m}$

合成後曲げモーメント $M = 970.79\text{kN}\cdot\text{m}$

上表では、収縮、クリープ、温度差による応力度照査表記は割愛した。また、せん断応力度およびたわみ量の照査表記も割愛した。

合成応力度のs:死荷重, v:活荷重

表-6 B橋床版復元設計^{1),2)}

(単位: N/mm²)

箇所	種別	応力度	許容応力度	判定
	支間部	c	5.55	8.00
	s	103.00	140.00	o.k
張出部	c	7.67	8.00	o.k
	s	125.05	140.00	o.k

曲げモーメント = 18.380kN \cdot m

4. 静的・動的載荷試験

(1) 載荷重量の計測

載荷重量は総重量20tに設定し、前輪、後輪の軸重を確認した。



写真-2 重量計測写真

表-7 計測結果表

箇所	重量(t)
全体重量	20.00
前輪のみ	5.32
後輪のみ	14.68

(2) 載荷方法とひずみゲージ貼付け位置

載荷位置は図の3ケースとし、最大のひずみからの換算実応力度で耐荷力照査を行った。なお、橋軸方向のひずみゲージの貼り付け位置は中央部とし、

主に主桁の上縁，下縁および床版部の主筋を計測するものとした。⁵⁾

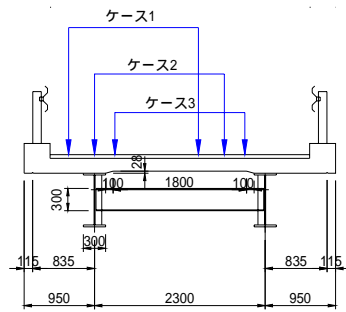


図-2 荷重位置

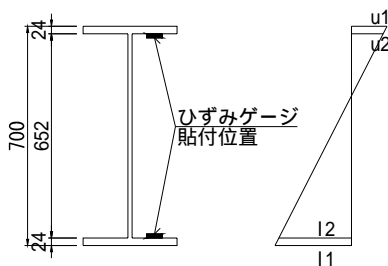


図-3 ひずみゲージ貼付け位置

(3) 静的・動的荷重試験結果

表-8に主桁の発生応力度を示すが，静的荷重試験値と動的荷重試験値は同程度の結果となった。これは，単純走行程度では衝撃が加わらないことを示している。ただし，実施工においては，橋梁上での急停止・急発進も想定されるため，照査用応力度は衝撃係数を加えるものとした。

表-8 主桁の最大発生応力度表

試験内容	箇所	A橋(N/mm ²)	B橋(N/mm ²)
静的荷重試験	上縁	-2.05	1.20
	下縁	33.31	32.31
動的荷重試験	上縁	1.75	2.09
	下縁	31.16	31.86

5 . 照査用応力度の設定

照査用応力度は発生応力度の大きい方の値(表-8のハッチング部)に衝撃係数を加え，計測位置の補正をおこなった値とした(表-9のハッチング部)。なお，応力頻度測定では，補正前の静的・動的荷重試験値よりもB橋で高い応力度が確認された。これは，過積載もしくは，橋梁上での衝撃(急発進，急停車等)が発生したものと考えられる。

表-9 発生応力比較表⁵⁾

試験 橋梁	静的・動的荷重試験		静的・動的荷重試験(補正)		応力頻度測定	
	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁
A橋	1.75	33.31	2.56	47.39	3.62	34.22
B橋	2.09	32.31	3.01	45.56	4.62	40.22

6 . 耐荷力照査

復元設計(表-5)での活荷重応力を計測ひずみからの換算応力度と置き換えた場合においても許容応力度を満足する結果となり，現時点での補強対策は必要ないものと判断された。なお，床版部の応力度照査においても許容値を満足する結果となった。

表-10 B橋耐荷力照査(単位:N/mm²)⁶⁾

種別 箇所	合成前 応力度	合成後 応力度	計	許容応 力度	判定
su	-117.60	s=-1.11 v= 3.01	-115.70	-255.00	o.k
sl	117.00	s=22.00 v=45.56	184.56	255.00	o.k

耐荷力の厳しいB橋のみを表記することとした

7 . おわりに

耐荷力照査も様々なケースがあり，試験方法も状況に応じて有効な手法を採用する必要がある。今回は，人為的に重車両を増加させることより，供用荷重の実応力測定を目的とした応力頻度測定に加えて静的・動的荷重試験での照査を行った。結果は，現橋梁で計画荷重を通行させることが可能となるが，連行に関しては車間距離の確保を施工条件とした。

なお，構造計算上は各桁の有効幅で計算するが，実際は，その他の桁との剛性効果等が加わり，実応力度は小さいものとなることが多い。

本業務は当初，供用荷重の耐荷力照査である応力頻度測定の計画であったが，人為的に交通荷重を増加させるため，静的・動的荷重試験及び詳細調査を追加することとした。これにより施工時の増加荷重に対する耐荷力照査の有効性向上に繋がったものと考えられる。

今後も維持管理上，耐荷力照査は必要なものと考えられるが，その構造物の劣化状況，規模，重要度等に応じた有効な手法を提案できるよう研鑽する必要があるものと感じた。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 共通編・鋼橋編 (社)日本道路協会 S48年2月
- 2) 鋼道路橋設計示方書・鋼道路橋製作示方書 (社)日本道路協会 S39年6月
- 3) 橋梁技術の変遷 鹿島出版会 H14年4月
- 4) コンクリート診断技術 '08(基礎編) 日本コンクリート工学会 H20年3月
- 5) 応力頻度測定要領(案) 道路保全技術センター H8年3月
- 6) 道路橋示方書・同解説 共通編・鋼橋編 (社)日本道路協会 H14年3月

(2009.10.2提出)