

(株)構研エンジニアリング	正会員	荒 栄記
北海道開発局開発土木研究所	正会員	金子 学
北海道開発局道路維持課		竹本 邦仁
北海道開発局札幌開発建設部		赤代 恵司
北海道開発局札幌開発建設部		谷内 敬功

規制緩和の一環として、平成5年11月に、道路構造令の大型車の車両総重量が20tfから25tfに引き上げられ、同時に「橋、高架の道路等の技術基準」の通達により、設計活荷重が改訂された。このため車両総重量が緩和された大型車の自由走行をめざして、既設橋梁の補修・補強対策が重要な課題となっている。

補修・補強の詳細な検討をする際、設計活荷重と現況交通荷重が一致しないこと、合成作用や荷重分配作用など設計上考慮していない余裕を持っていること、さらに、材質の経年変化等の個々の事情をも考慮して、現況交通下における応力状態を把握することが必要である。

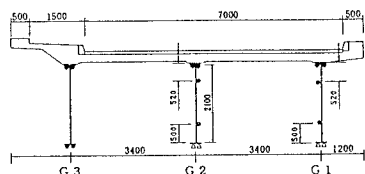
2. 実橋載荷試験橋梁の選定

載荷試験橋梁は一般的な鋼 I 桁橋とし、既設橋梁の耐荷力に関するキーワード（構造型式、設計荷重、予備判定結果）で下記のように分類し、各グループを代表する既設橋梁を載荷試験橋梁の対象とし、各パラメータの耐荷力に及ぼす影響について検討することとした。

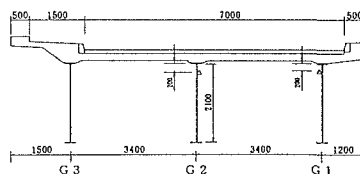
構 造 型 式	設計活荷重	予備判定
非合成桁 (多主桁)	L-20	A
“ (2主桁)	L-14	B
合 成 桁 (多主桁)		C
“ (2主桁)		

3-1 実応力度の計測位置

主桁の実応力度の計測位置は、曲げ応力度（Ａ断面）に関して単純桁では支間中央で、連続桁では側径間 0.4L 付近とし、せん断応力度（Ｂ断面）に関しては支点近傍（連続桁は中間支点）とした。各計測断面における主桁のひずみゲージ取付け位置を図－１および図－２に示すが、主桁の応力勾配を把握するため、腹板にも数点ひずみゲージを取付けた。



図一 1 A断面の計測位置（曲げ応力度）



図一 2 B断面の計測位置（せん断応力度）

3-2 計測システム

図-3 に静的載荷試験および応力頻度測定のプロセスを示す。静的載荷試験においては、すべてのひずみゲージ位置で実応力度の測定を行ったが、応力頻度測定ではヒストラムレコーダーのチャンネル数を考慮し、測定ゲージ位置を限定した。ゲージは、曲げ応力度に対して1ゲージ、せん断応力度に対して2ゲージ、

応力頻度測定位置に対しては4ゲージ法を採用した。

3-3 静的載荷重試験の載荷方法

載荷試験車は約20トンに調整したダンプトラック2台を用意し、計測後の応力解析のため試験直前に軸距の測定および軸重計による軸重量の計測を行い載荷した。載荷試験では、曲げモーメントおよびせん断力の計測位置にそれぞれ最大値が発生するよう試験車を載荷させた。図-4に試験車の載荷姿図を示す。

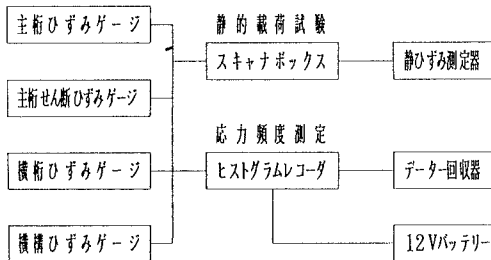


図-3 計測システム

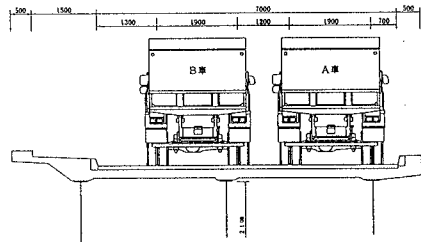


図-4 載荷姿図

3-4 応力頻度測定

曲げ応力計測断面は下フランジ、せん断応力計測断面は床版コンクリートを考慮した腹板の中立軸位置とし4ゲージ法を採用し、ピーク法（正極大値、負極小値法）により行った。また、測定期間は1日（24時間）とし、重車両混入率が高いといわれる月曜日もしくは金曜日に行った。

4. 実橋載荷試験結果および考察

4-1 静的載荷試験

試験車の載荷状態で曲げ応力度を算出すると、1-0法で設計されていても床版、対傾構によると考えられる外桁への荷重分配効果が認められた。実測による主桁の曲げ応力度の中立軸は、合成桁では計算結果とほぼ同じとなるが、非合成桁は設計とは異なり、合成断面として求めた中立軸とほぼ同じとなり、合成桁に近いものと推察される。

また、試験車による実測曲げ応力度は同じ載荷状態における計算応力度よりも小さく、非合成桁で50～60%、合成桁で70～80%の範囲にほぼ入っており、非合成桁を合成桁として応力計算すると、設計値と実測値の比は合成桁の場合とほぼ同様の結果となった。この結果からも合成桁として挙動しており、さらに、床版の荷重分配効果等、設計上考慮されない各種要因により、実応力が低減されたものと推察される。

4-2 応力頻度測定

$\sigma_{\max}$ と設計活荷重応力度 σ_{20} との比 $\sigma_{\max}/\sigma_{20}$ は、30%～60%の範囲にあり最大58%であったが、50%以下の橋梁が多く、大型車交通量や構造緒元との関連性は特に見られなかった。

B活荷重に対する耐荷力の判定として、式（1）により曲げ応力度を照査すると、すべての橋梁が許容応力度以内となった。これは、設計時に雪荷重 100kgf/m²を考慮していたことも一因と推定される。

$$\text{曲げ応力度：}\sigma = \sigma_d + \alpha \cdot \sigma_{\max} < \sigma_a \quad (\alpha: \text{B活荷重とL-20との曲げモーメント比}) \quad \text{-----式(1)}$$

曲げ応力度の許容応力度に対する比 σ/σ_a は最大98%（L-14、合成桁の場合）であった。また、設計活荷重のL-14、L-20および合成桁、非合成桁を比べると、おおむね次ぎのような傾向になり、L-14で設計された合成桁はB活荷重に対する耐荷力の余裕が小さいと推定される。

・L-20で設計された非合成桁の σ/σ_a は60～70%であり合成桁は70～80%である。

・L-14で設計された非合成桁の σ/σ_a は80～90%であり合成桁は90%以上である。

5. まとめ

実応力測定の結果、L-14で設計された合成桁はB活荷重に対する耐荷力の余裕が少ないものの、それ以外の橋梁では、設計上考慮されていない主桁と床版との合成効果や荷重分配効果等によって、実橋の耐荷力には、B活荷重に対しても十分な耐荷力を有していると考えられる。