

I - A 308

既存非合成桁橋梁の実耐荷力に関する研究

東京工業大学 学生員 ○山田真幸

東京工業大学 学生員 三田大介

東京工業大学 フェロー 三木千壽

日本道路公団 正会員 長江 進

1. はじめに

1992年、車両の大型化や輸送量増加等に対応すべくわが国の道路橋設計自動車荷重はTL20荷重からTL25荷重へと改訂された。また、架設後の補修補強部材の増設等により道路橋の死荷重は増加する傾向にある。わが国の鋼橋の70%はコンクリート床版と鋼桁が独立して挙動する非合成桁として設計されているが、実際には床版と鋼桁が一体となり荷重に抵抗する合成桁にかなり近い挙動を示すことが報告されている^{1) 2)}。合成桁として機能するのであればより大きな耐荷力を有しており、設計荷重の改訂や死荷重の増加に対して既存非合成桁橋梁は十分に耐えることが考えられる。しかしながら設計上と実際の挙動が異なるため、正しい構造システムを知り限界状態等を正しく評価し安全性を検討する必要がある。これらのことから本研究では載荷実験と構造解析から既存非合成橋梁の実耐荷力を評価することを目的とする。

2. 既存非合成桁橋梁のFEMモデル化

検討する既存非合成橋梁は、東北自動車道帯川橋上り線（栃木県西那須野町）である。帯川橋は高速道路橋としては一般的な非合成3径間連続4主桁橋である。本橋梁はTL20荷重により設計されたものであり、架設より24年が経過している。外観および諸元を図1および表1に示す。はじめに設計でなされる仮定と実橋梁の挙動の差異を考慮した2つのモデル、すなわち、床版を構造部材としない非合成モデルおよび構造部材とする合成モデルを製作した（図2）。両モデルとも対傾構等の二次部材までモデル化を行い、死荷重に対しては鋼桁部のみで対抗するものとした。非合成モデルでは床版部は省略し活荷重は設計書の横断方向の荷重影響線を用いて直接桁に載荷した。

3. 既存非合成桁橋梁に対する静的載荷試験

連続桁橋梁では中間支点では負の、支間中央では正の曲げモーメントが最大となる。そこで本研究では支間P3-A2中央および支点P3上の断面に着目する。2断面に発生する曲げモーメントが最大となるL25荷重のパターンを図3に示す。実橋に対し、供用下で分布荷重であるL荷重を実際に載荷することは、荷重の大きさ、載荷方法などの面から困難であるため、橋梁がL荷重に耐えるかを直に検討することは難しい。そのためL25荷重相当あるいはそれに近い曲げモーメントが着目点に発生するように、複数の大型車を用いて輪荷重載荷を行い挙動を観察することとした。そこで非合成モデルを用いて各載荷パターンにおいて着目点での下フランジ応力を計算し載荷パターンを決定した。載荷には過積載車を想定した総重量69tonfのトレーラーを用いた。輪荷重および載荷パターンを図4、5に示す。解析で得られた外桁G4下フランジ応力の比較を表2に示す。支間中央に着目した載荷パターンではL25荷重はパターン2と3の間にある。また、パ

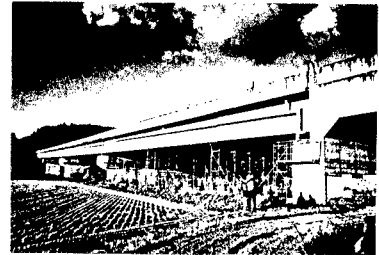


図1 帯川橋外観

表1 帯川橋諸元

橋種	4径間連続非合成桁
橋長	191.7m
支間長	4@47.65=190.60m
幅員	10.000m
設計荷重	TL20
舗装	アスファルトコンクリート舗装 t=75mm
床版	鉄筋コンクリート床版 220mm
勾配	縦断勾配 2.95% 横断勾配 2%

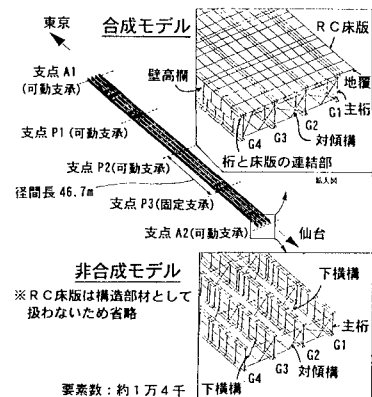


図2 FEMモデル

キーワード：合成桁橋梁 非合成桁橋梁 鉄筋コンクリート床版 合成作用 鋼桁 実耐荷力

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-2596 FAX 03-5734-3578

ターン3で発生する支間中央のたわみは12.2cmと計算され、帯川の許容たわみ値9.5cmを大きく上回る。P3支点上に着目した載荷パターン4では、解析値はほぼL25荷重に等しい値となっている。これらの載荷パターンを用いて1997年12月に、一時的な一般車の通行止めのもと載荷を行い、各部材の応力、変位等を測定した。図6に載荷試験の様態を示す。載荷にあたり設計上は使用限界状態を超過する荷重であるため異音等の危険を示す兆候の発見に細心の注意を払った。

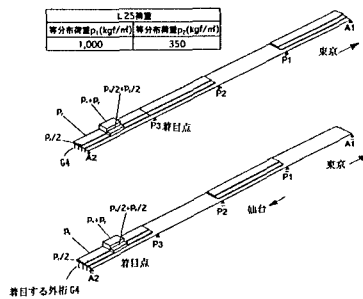


図3 最大曲げモーメントを生じるL25荷重

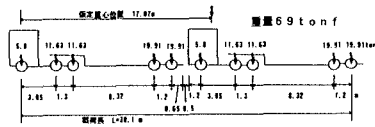


図4 トレーラーの軸重配置

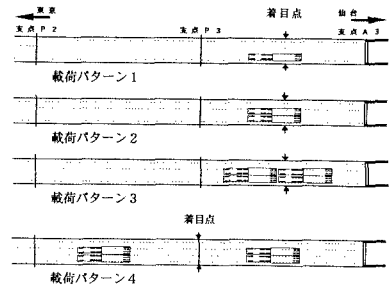


図5 載荷パターン

表2 解析で得られたL25荷重と各載荷パターンで生じる応力

外桁G4下フランジ応力解析値 (kgf/cm ²)	支間A2-P3中央		支点P3上
	L20荷重	L25荷重	
載荷パターン1	1376	1581	-1222
載荷パターン2	1207	1439	
載荷パターン3	1895		
載荷パターン4			-1352

※死荷重応力を含む

4. 静的載荷試験結果

試験結果をFEM解析結果と比較する。主桁G4ウェブに取り付けられたひずみゲージより求めたウェブ内のひずみ分布（図7）から中立軸はウェブ上端からおおよそ20cmのところにあり、合成モデルを用いて解析を行った結果とほぼ一致することがわかった。また、載荷パターン1から3におけるP3-A2支間中央下フランジの応力の実測値と解析結果を比較（表3）からは実測値は合成モデルを用いて解析を行ったものに近いことがわかる。これらから帯川橋はほぼ合成橋梁として挙動していることがわかる。また、死荷重を含めた応力は全て許容応力2100kgf/cm²を下回っている。安全率1.7を考慮するとL25荷重に対しても十分な耐力を有していると思われる。しかし床版と鋼桁の付着切れなど、設計で考慮されていない限界状態の発生が懸念され、これらの検討は今後の大きな課題である。

5. まとめ

本研究で行った静的載荷試験ではいずれも橋梁各で限界状態に至るような変化は観察されず、除荷後に各変位は戻り橋梁全体が弾性挙動したといえる。また、FEM解析と実測値との比較から桁と床版の合成作用が認められ、載荷パターン3、4に対して耐荷力を十分有していることから対象橋梁はTL25荷重に十分に耐えうるといえる。

【参考文献】

- 1) 高橋昭一、志村 勉、橋 吉宏、小西哲司：P C床版2主桁橋「ホロナイ川橋」の設計および解析・試験検討、橋梁と基礎、1996.2
- 2) 高橋智孝：上面増圧工法により床版を補強した既存橋の補強効果、長大技法、No.6、1997.9

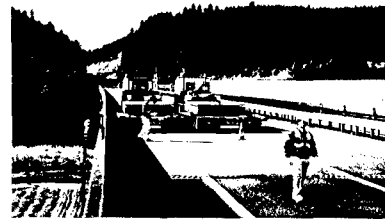


図6 静的載荷試験状況

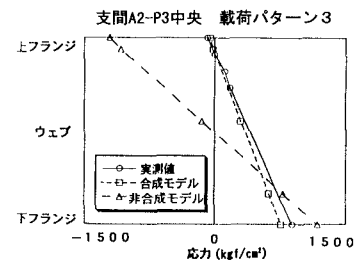


図7 ウェブ応力の実測値および解析値

表3 静的載荷試験結果と解析値の比較

支間A2-P3中央外桁G4下フランジ応力 (kgf/cm ²)	合成モデル		非合成モデル
	実測値	解析値	
載荷パターン1	1054	1004	1207
載荷パターン2	1238	1179	1439
載荷パターン3	1606	1478	1895
支点P3上外桁G4下フランジ応力 (kgf/cm ²)			
載荷パターン4	-1240	-1187	-1353

※実測値にはFEMで求めた死荷重応力を加えて表示