

I-227

道路橋の疲労解析における活荷重の動的影響

大阪府 正員 濱田 洋 大阪大学工学部 正員 川谷充郎
 関西大学総合情報学部 正員 古田 均 阪神高速道路公団 正員 南 莊 淳

1. まえがき 近年の自動車交通運輸の急速な増加に伴い、車両の大型化・重量化が進み、橋梁構造物の各部には劣化損傷や疲労損傷が発生している¹⁾。道路橋の疲労損傷には、伸縮継手を含む路面凹凸上を走行する自動車荷重の動的載荷ならびに橋梁各部の動的応答の影響が大きいと考えられる。昨年度の研究²⁾では、疲労損傷の評価における衝撃係数の影響が大きいことを示した。本研究では、これらの動的な影響を現地実験ならびに理論解析の両面から明らかにし、将来の新たな疲労荷重における動的増幅率の提案に結び付けようとするものである。

2. 桁橋の走行車両による動的応答の評価

着目補剛材応力の時系列変動を正確に捉えるために、自動車荷重列の全軸載荷を用いた活荷重シミュレーションを行い、レインフロー法と線形被害則により疲労損傷の評価を行った²⁾。その際、自動車走行による動的挙動の疲労損傷に及ぼす影響を検討

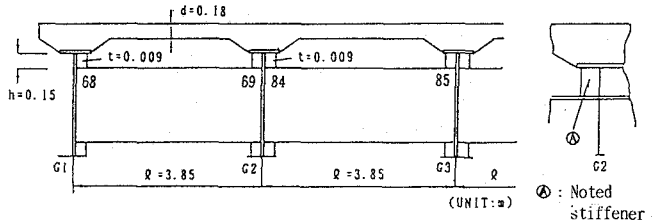


Fig. 1 Central cross beam and noted stiffener

するため、衝撃係数を4種類に変化させたときの疲労寿命を算定した。

対象構造は阪神高速道路の鋼I桁橋(5本主桁)であり、主桁と横桁の取合部補剛材に着目する(Fig. 1参照)。Fig. 2に示す解析結果より、補剛材によって疲労寿命の差が大きいこと、さらに、疲労損傷に与える衝撃係数の影響の大きいことが分かる。

3. 主桁の動的応答と衝撃係数 3.1 実橋における自動車走行実験³⁾

阪神高速道路旧梅田入路橋のスパン長の異なる4つの単純桁橋において、試験車走行実験を行い、走行荷重による主桁の動的応答を調査した。

(1) 試験車走行実験 試験車は前軸4.88tf、後軸14.59tfのダンプトラックで、入路の追越車線を逆行(下り方向)して実験を行った。主桁の

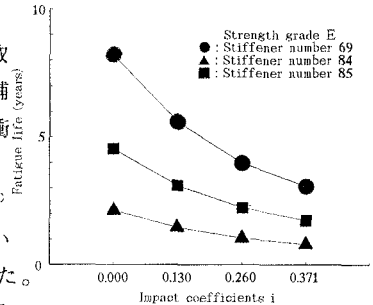


Fig. 2 Impact coefficients and fatigue life

継手部に厚さ5, 10, 15mmのゴム板を敷いて、試験車の段差走行実験を行い、段差のない場合と比較した。主桁のひずみ計測は径間中央において行った。**(2) 実験結果** 支間長と衝撃係数の関係をFig. 3に示す。図より、継手部の段差量ごとに車両速度を10~30km/hの範囲で変化させたとき、各々の桁の動的増幅率 DIFはばらつきがあり、中にはし荷重に対する設計衝撃係数を上回る DIFが現れることが確認される。また、最も支間の短い橋梁(スパン長13m)においては、段差量が増えるにつれ DIFの平均が大きくなる傾向がみられる。これは、段差により発生した車両振動が支間中央に達するまで残り、主桁の動的応答に影響を及ぼしたものと考えられる。

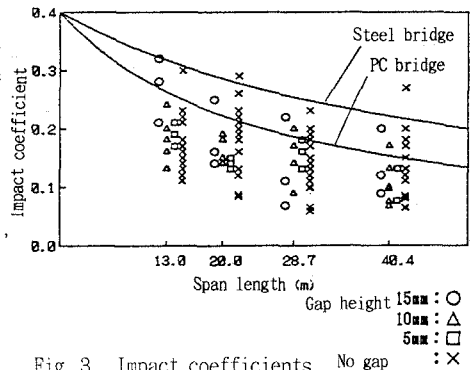


Fig. 3 Impact coefficients and No gap

3.2 不規則振動解析 (1) 解析手法⁴⁾ 路面凹凸を有する桁橋の連行荷重による不規則振動解析の詳細については文献4)を参照されたい。解析時に考慮する橋梁の振動次数は、単純桁橋および2径間連続桁橋では3次、3径間連続桁橋では5次とする。**(2) 解析モデル** 橋梁モデルは、支間長約40m以下の場合は実橋構

造諸元に基づいたモデルを用い⁶⁾、それ以上の場合は実橋構造諸元の統計処理結果に基づいて決定したモデルを用いる⁶⁾。固有振動数を支間長に対してプロットした結果をFig. 4に示す。走行車両は前後輪を考慮した2自由度系モデルとする。荷重列は道路橋示方書のL-20荷重に相当するように、中央に20t車、その前後に15t車を車頭間隔14mで配置した。固有振動数は両方の車共に3.0Hzとした。

(3) 解析結果 この解析から得られた衝撃係数を、道路橋示方書の衝撃係数規定と比較してFig. 5に示す。支間長40m以上の場合については、最大径間長に対する1次式により提案した衝

撃係数評価式を併せて示す。解析結果より、支間長が30m付近において設計衝撃係数よりも大きい衝撃係数が現れているが、これは車両と桁が共振しているものと考えられる。また、支間長40m以上の場合、解析による衝撃係数は支間長と共に小さくなり、設計衝撃係数をかなり下回るようになる。

4. 主桁の疲労設計における動的影響 実測および解析における衝撃係数は車両走行速度によりばらつきが大きく設計衝撃係数を上回る値もある。疲労設計においては、衝撃係数は平均的な値を採用することが好ましいという観点から、道路橋示方書に示された衝撃係数より小さい値を用いるべきと考えられる。ただし、支間長30m付近における衝撃係数は、かなり大きくなることに注意を要する。

5. あとがき 橋梁と車両の連成振動の動的応答解析において、文献7)では、支間長約22mの単純桁橋を対象として曲げ振動のみを考慮しただけでも、実験結果と比較的一致したことを示したが、文献8)では、支間長約40mの単純桁橋について曲げねじり連成振動を考慮すべきことを示した。そこで、不規則振動解析においても曲げねじり連成振動を考慮した解析を行う必要がある。また、細部構造についても同様の解析を行う。

【参考文献】

- 1) 阪神高速道路公団・鋼構造検討委員会：鋼1桁橋の主桁と横桁・対傾構との取合部補剛材の疲労損傷に関する検討報告書、昭和61年10月。
- 2) 濱田 洋・川谷充郎・星加益朗・古田 均・南莊 淳：都市高速道路橋における補剛材の活荷重シミュレーションによる疲労解析、土木学会第48回年次学術講演会講演要集、I-221, 1993.9。
- 3) 藤波幸行・川谷充郎・林 秀侃・中村一平・西星臣博：各種短支間道路橋における自動車走行実験、土木学会第45回年次学術講演会講演要集、I-375, 1990.9。
- 4) Mitsuo Kasatani and Sadao Kozatsu: Nonstationary random response of highway bridges under a series of moving vehicles, Proc. of JSCE, Structural Eng./Earthquake Eng. Vol.5, No.2, pp.81-88, Oct., 1988。
- 5) Mitsuo Kasatani and Yuhshi Fukuzoto: Dynamic response and impact of steel bridges under moving vehicles compared with concrete bridges, Proceedings of the Third Pacific Structural Steel Conference, PSSC, pp.129-134, Oct. 26-28, 1992, Tokyo, Japan。
- 6) 川谷充郎・嶋田玲志：桁橋の自動車走行による不規則振動と衝撃係数、土木学会論文集 第398号/1-10, pp.303-309, 1988.10。
- 7) 川谷充郎・小松定夫・佐々木孝：走行自動車荷重を受けるプレートガーダー梁の動的応答特性に関する研究、土木学会論文集, No.392/1-9, pp.351~358, 1983.4。
- 8) 川谷充郎・西山誠治：路面凹凸を考慮した道路橋の走行車両による動的応答特性、土木学会 構造工学論文集, Vol.39A, pp.733-740, 1993.3。

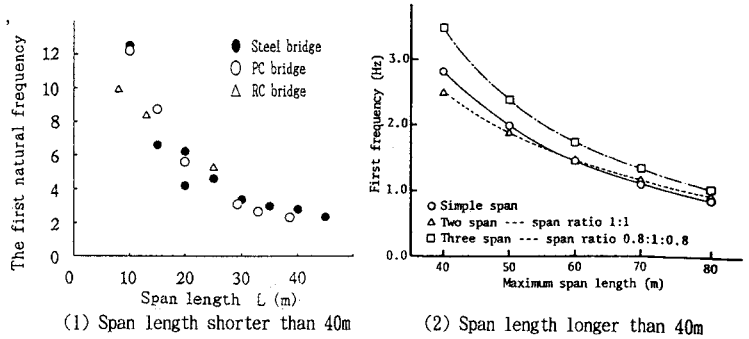


Fig. 4 Fundamental frequency of girder bridges

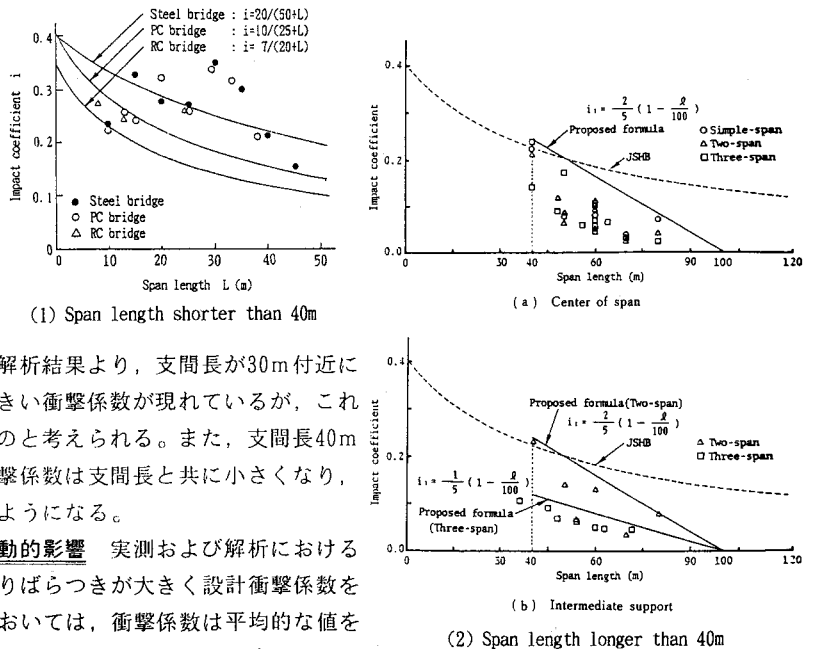


Fig. 5 Impact coefficients