

大阪大学工学部 正員 文 兌景
 摂南大学工学部 正員 平城弘一 大阪大学工学部 正員 松井繁之
 大日本コンサルタント 正員 川崎浩一 駒井鉄工 正員 神原康樹

1. まえがき 合成桁橋の疲労安全性に関する既往の研究は、鋼桁の疲労問題（フランジ単体・その溶接部位など）を対象としたものがほとんどであった¹⁾。ところで、合成桁の要であるずれ止め（スタッド）は、一般に桁端以外では発生応力の内活荷重による応力が占める割合が大きい。そのため、設計においてスタッドの疲労安全性を確認することは重要な問題となる。合成桁橋の疲労安全性は、鋼桁の下フランジとスタッドとを関連づけて、構造系全体のトータルな形で

評価する必要があると考えられる。そこで、本研究では、合成桁橋のスタッドの疲労設計法を確立させることを目的として、応答スペクトルを考慮したスタッドの疲労照査を行った（図-1参照）。

2. 解析モデル 今回対象とした活荷重合成桁橋は建設省標準設計（ λ° 33mに限定）に従うものである（図-2参照）。

3. 影響面解析 スタッドに作用する水平せん断力を求める解析法として、合成桁橋が供用開始後、鋼とコンクリートとの接触面でのずれ拘束を低下させると予想されるので、不完全合成理論に従うものを用いた。図-3に影響線の一例を示す。なお、解析においては、残留ずれが0.05mmおよび0.075mmに相当する2種類のずれ定数を用いた²⁾。

4. 等価せん断力の算定 本研究では、3.の影響面と活荷重シミュレーションから水平せん断力の時系列応答値を求め、さらにレインフロー法による応力頻度解析から等価水平せん断力を求めた。なお、活荷重モデルは文献³⁾に示されているもの（8車種）を使用した。走行条件は{走行台数600

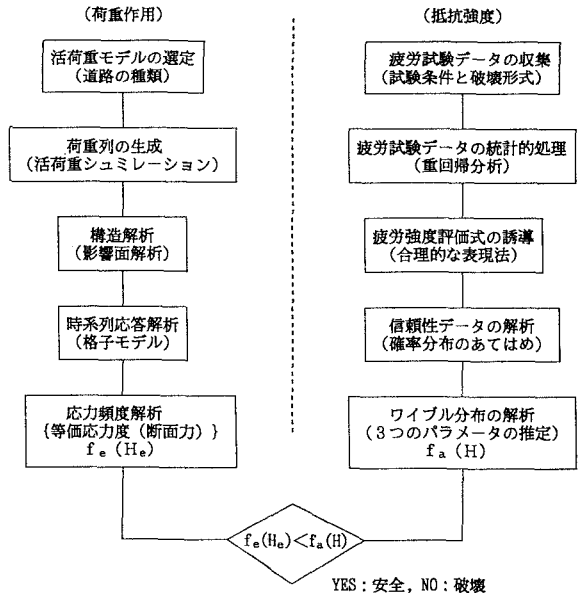


図-1 疲労照査検討のためのフローチャート

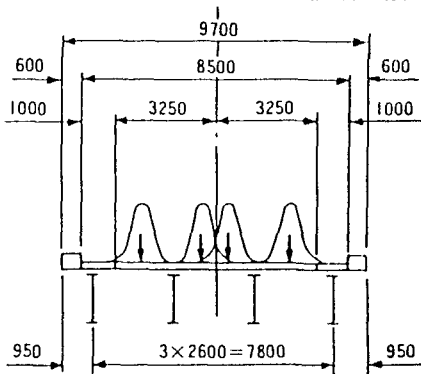


図-2 幅員構成と主桁配置

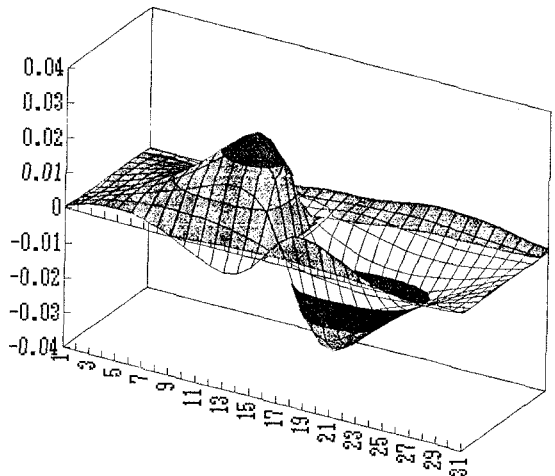


図-3 影響面（中桁：スパン中央）

台/h/ℓ-γおよび500台/h/ℓ-γ:発生時間24時間(自由走行)、{走行台数600台/h/ℓ-γ:発生時間100時間(自由走行および渋滞走行)}とした。

図-4はスパン方向における等価水平せん断力(中桁)の変化を示したものである(走行台数600台/h/ℓ-γ:発生時間100時間(自由走行および渋滞走行))。この図から明らかなように、いずれも水平せん断力はスパン中央に近づくほど大きくなっていることがわかる。これはスタッドが桁端では温度応力ならびに乾燥収縮による応力を考慮し、密に配置されているからである。また、ずれ定数を変化させたことによる等価せん断力への影響は僅少であった。さらに、走行形式の違いでは、渋滞走行の水平せん断力はスパン中央(L/2点)で自由走行の値に比べて、約15%程度低下していた。

5. スタッドの疲労安全性照査 まず、スタッドの疲労安全性照査は表-1から得られた等価水平せん断力の最大値を用いた。そこで、スタッドの疲労強度は、筆者らが新しく提案しているスタッドの疲労強度評価法から求めることとした⁴⁾。図-5に新しい表現法である H/Q_u-N 関係を示す。同図には表-1の等価せん断力と、現行の道示でのスタッドの許容せん断力から求めたせん断力比($H_a/Q_u=13.825\%$)が併記されている。この図より明らかなように、今回解析で求めた値と道示の値は、いずれも過去の疲労試験データに基づくせん断力比に比べ、かなり低いことがわかる。

ここで、既往のスタッドの疲労試験データが超高サイクル領域においても同じ傾きで同じパラッキをもつと仮定して、 $P-H/Q_u-N$ 関係から疲労破壊確率を計算し、スタッドの安全性照査を検討することにした。その結果、破壊確率 $P=1.0\%$ を目安として、それに相当する疲労寿命(繰返し回数)は、許容せん断力比を除けば、 $N=10^{10} \sim 10^{11}$ という値となった。橋梁の設計寿命50年と仮定した場合、

供用中に通過する車両台数は、 5.0×10^8 となる(=1200*24*365*50)。以上より、中桁に関するスタッドの疲労安全性照査(φ23mm)を行った結果、現行標準橋梁におけるスタッドは疲労に対して十分安全と判断できる。

- 1) 土木学会関西支部:鋼橋の設計と限界状態—活荷重と終局・疲労限界—, 1991年6月。
- 2) 平城弘一:頭付きスタッドの静的および疲労強度と設計法に関する研究, 1990年2月。
- 3) 橋の疲労設計に関する研究:土木学会関西支部共同研究グループ報告書, 1993年5月。
- 4) 松井・平城・福本:頭付きスタッドの強度評価式の誘導—疲労強度評価式—, 構造工学論文集, Vol. 35A, 1989。

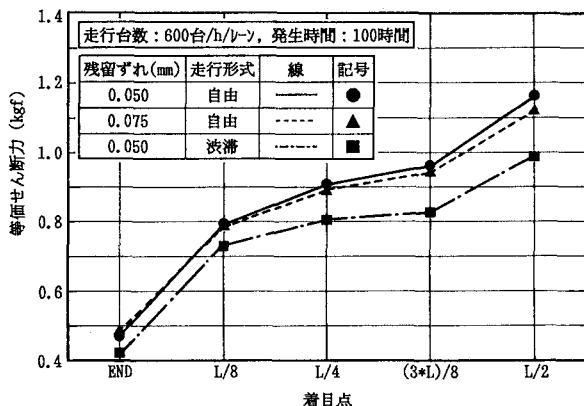


図-4 スパン方向における等価水平せん断力の変化

表-1 等価最大せん断力

δ' (mm)	H_{max} (kgf)	H_{max}/Q_u (%)
0.050	1160.0	6.377
0.075	1124.6	6.182

δ' : 残留ずれ,
 H_{max} : 最大等価水平せん断力,
 Q_u : スタッドの静的強度 (kgf);
 $Q_u=18191\text{kgf}$,
 走行台数: 600台/h/ℓ-γ,
 発生時間: 100時間。

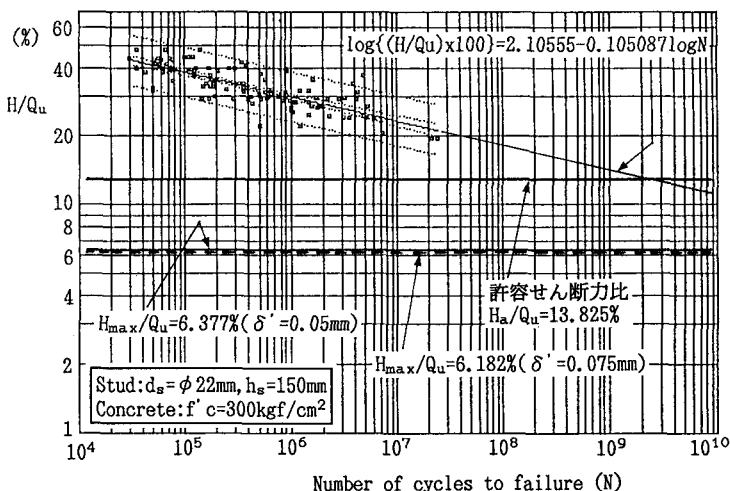


図-5 H/Q_u 関係を用いたスタッドの疲労安全性評価