

I-272

TSC合成版部材の疲労強度と繰返し荷重下における応力推定

九大工学部 正 員 日野 伸一 九大工学部 正 員 太田 俊昭
日本道路公団 正 員 兼沢 秀和 九大大学院 学生員 鬼束 俊一

1. まえがき

近年、床版死荷重の軽減や現場施工の省略化などから、鋼板上にコンクリートを打設した各種の合成床版が実用化されている。この種の合成床版は、引張力を受ける鋼板にずれ止めを溶接した薄板構造であり、その繰返し載重に対する疲労強度が重要な問題となっている。

本研究は、立体トラス型ジベルを有する5種類の合成はり供試体による一連の疲労実験を行い¹⁾、本合成版構造における鋼板の設計疲労強度と繰返し荷重下における応力振幅を求めるとともに、移動載荷方式による一方向合成床版の疲労性状について検討を加えるものである。

2. 合成はりの疲労実験

(1) 実験概要

はり供試体は、図-1に示すように幅40cm、スパン2.00mで、断面やジベルの構造、形状寸法などの異なる5種類、合計15本である。使用した鋼板はSS41、コンクリートの28日圧縮強度は470~530kg/cm²である。載荷方式は図-2に示すように2点載荷による曲げ試験とし、繰返し速度はおおよそ2Hzとした。

(2) 結果および考察

以上の合成はり供試体の破壊形式は、すべてトラス型ジベル脚部の溶接点付近における底鋼板の疲労脆性破壊であった。したがって、鋼板の疲労強度（応力振幅） $f_{sr} (= \sigma_{sr} / (1 - \sigma_{min} / f_{su}))$ 、ここに $\sigma_{sr} = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ ：繰返し応力振幅、 f_{su} ：鋼板の引張強度）と疲労寿命Nとの関係を求め、図-3のS-N曲線を示す。ここで、実線は最小2乗法より求めた平均の、また破線は95%非破壊確率によるS-N曲線である。これより、鋼種SS41を用いた本合成はりのS-N曲線の平均は

$$\log f_{sr} = 5.141 - 0.356 \cdot \log N$$

（相関係数 $r = -0.875$ ）

となり、200万回疲労強度として790kg/cm²が得られる。TSC合成はりの設計疲労強度を95%非破壊確率で平均応力によらず応力振幅のみに支配されると規定すれば、SS41鋼材に対し660kg/cm²となる。

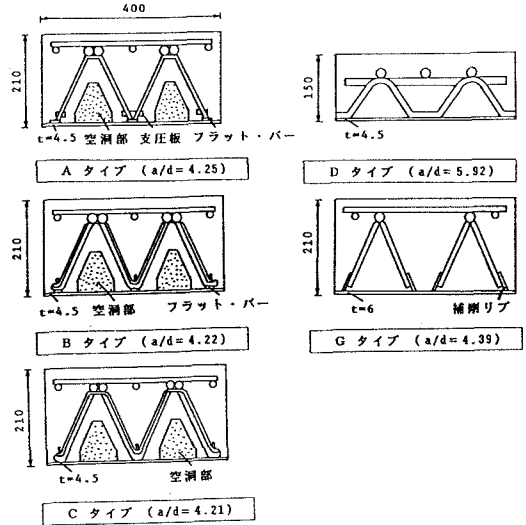


図-1 はり供試体の断面諸元

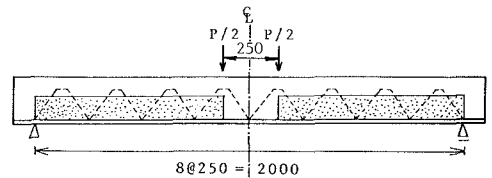


図-2 載荷方式

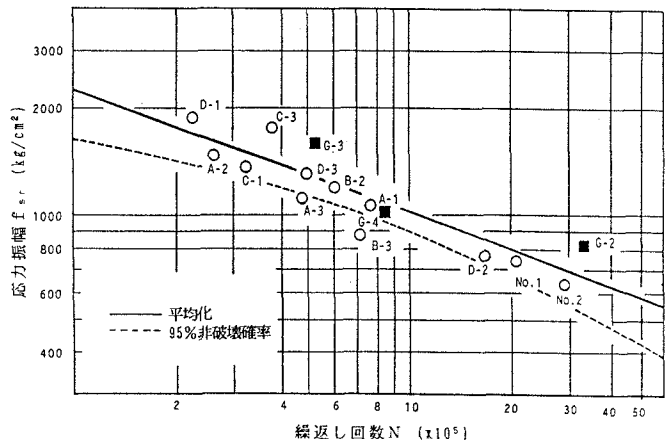


図-3 S-N曲線

3. 繰返し荷重下の鋼板応力の推定

著者らは、先に繰返し荷重下における鋼板応力の簡易推定式を提案した¹⁾。ここでは、繰返し荷重レベルの大きさの影響を実験結果から補完した推定式を式(1)に示す。

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{max} - M_0}{M_{max} + \xi M_0} \cdot \frac{M_r}{W_i} \dots (1)$$

ここに、 $\xi = -1.229 + 0.254 (M_{max}/M_0)$
式(1)による計算値と実験値の比較を図-4に示す。ここで、実線は式(1)による計算値で、一点鎖線は、その80%信頼限界値である。これより、繰返し荷重下における応力振幅は、式(1)で推定される値の80%信頼限界ではほぼ安全側に評価できると思われる。

4. 合成床版の疲労実験

(1) 実験概要

幅1.0m、スパン2.0m、版厚19cmの床版供試体を図-5に示す。載荷試験は、2辺単純支持の下で幅方向、スパン方向の両中心線上5点に順次載荷点を移動させながら実施した。No.1供試体は、最大18t、最小6tの繰返し荷重を点1～5に50～200万回ずつ合計700万回、また、No.2供試体は、最大22t、最小10tの繰返し荷重を各2～6万回ずつ5ラウンド、合計200万回載荷した。以上の繰返し載荷後、両供試体とも移動点載荷および中央集中線載荷方式による静的曲げ破壊試験を実施した。

(2) 結果および考察

多点移動載荷を受けた両供試体について、前記2.の供試体における200万回疲労強度を基準応力振幅とした場合の等価繰返し回数をマイナー則を用いて算出すると表-1のようになる。これより、供試体No.1はNo.2に対して3倍の載荷履歴を受けていることがわかる。次に、疲労試験終了後、中央集中線載荷による曲げ破壊試験での底鋼板ひずみ分布を図-6に示す。図より、両供試体ともに移動載荷点であったスパン1/4付近の鋼板にひずみが集中していることがわかる。なお、曲げ破壊耐力は静的耐力の計算値に比べてほぼ同等の耐力を保有していることが確認された。

《参考文献》

1) 井口雅彦：九大工学研究科修士論文，1988.3

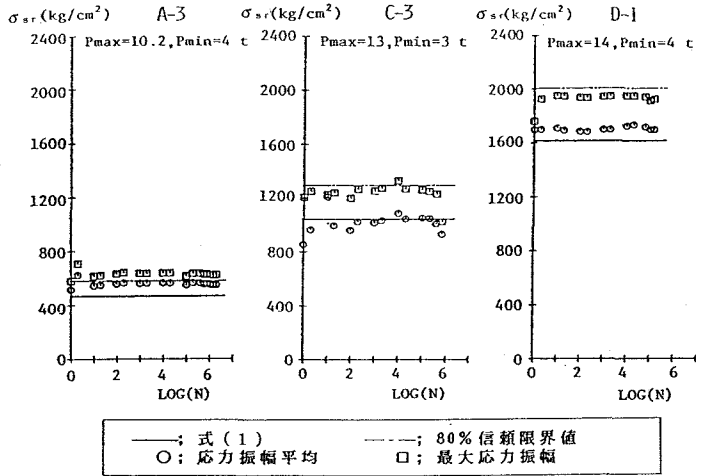


図-4 鋼板の応力振幅

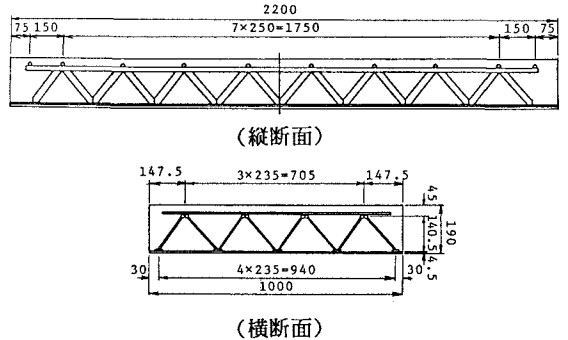


図-5 床版供試体の断面諸元

表-1 等価繰返し回数（万回）

供試体	非破壊確率		
	5 %	50 %	95 %
No. 1	156	249	399
No. 2	52	83	132

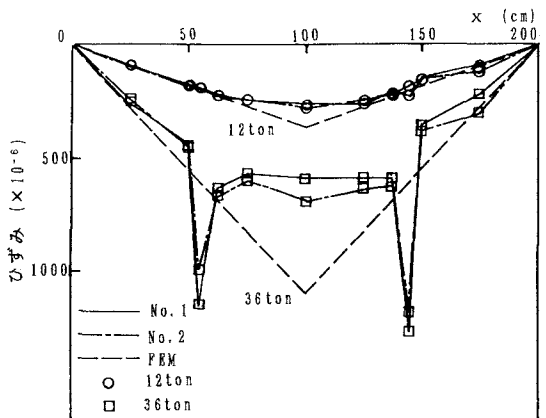


図-6 鋼板のひずみ分布