

I-240 Y型断面を有する縦リブの補強方法について

首都高速道路公団 正員 狩生 輝己
首都高速道路公団 正員 海野 善彦
榎横河橋梁製作所 正員 松本 好生

1. まえがき

近年、鋼床版の疲労挙動が話題となっているが、今回、Y型断面の縦リブを有する鋼床版の補強方法を検討する機会を得たのでその結果について報告する。Y型断面縦リブの形状および着目位置を図-1に示す。

2. 補強方法の検討

着目橋梁の縦リブは、支間が5mと通常の縦リブ支間長(2.5-3m)と比較し非常に長くなっている。このような点より縦リブ、横リブ交差部の補強方法として横リブ間に補強横桁を添加し、縦リブ系の応力を低下させることが考えられる。しかし、この方法によると箱桁内への大型部材の持ち込み、主桁への溶接、増設横桁による縦リブの支持方法等、施工性、信頼性の点で多くの問題があるものと考えられた。そこで今回部材の溶接による添加もなく、新たな疲労亀裂発生源を作る恐れのないL型材添加による局部補強法を提案した。本方法はL型材を高力ボルトで添加し、着目部の作用応力を低減させるものである。L型材添加補強方法の概要を図-2に示す。

3. L型材添加補強試験体

L型材添加による補強効果を明らかにするため、リブ十字継手試験体を作成し静的および動的载荷試験を実施した。試験体を図-3に、静的载荷試験結果を図-4に示す。試験体S19は引張ボルト継手としてL型材の板厚(t_L)を決定したものであり、S25、S32試験体は比較のためL型材の板厚を増加させたものである。試験結果より明らかなようにL型材板厚19mmで主材部の応力は60%程度に低下しており、また、ボルト軸力に変化は認められない。これより、L型材板厚19mmで補強材としての性能を十分に発揮するものと考えられる。上記の試験結果よりS19試験体を用い疲労試験を実施した。疲労試験結果を図-5に示す。疲労試験結果より明らかなように、L型材補強試験体は無補強試験体と比較し200万回疲労強度にて20% ($\sigma_{200}=18.6\text{kg/mm}^2$)、疲労寿命にて4倍程度の強度増加が得られ、破断部も試験体チャック部が多く、母材とはほぼ同等の強度を有するものと考えられ、L型材添加による効果が確認された。

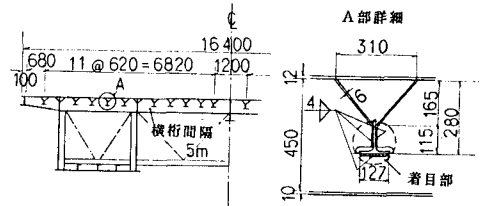


図-1 着目位置

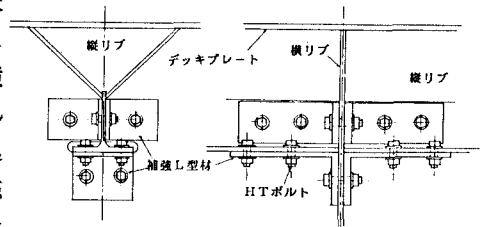


図-2 L型材補強方法

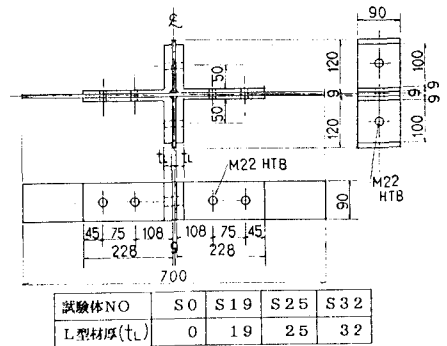


図-3 試験体

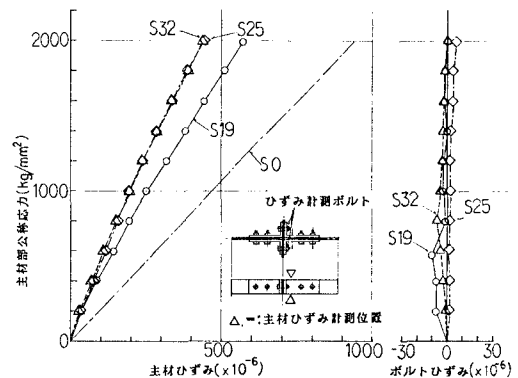


図-4 静的载荷試験結果

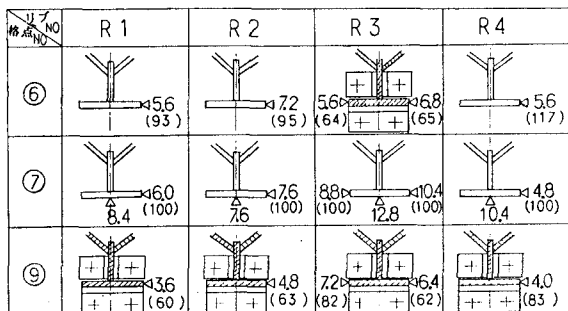
4. 実橋でのL型材添加補強効果の確認

実橋においてL型材添加補強の試験施工を行い、補強部および非補強部で応力頻度の計測を実施し、補強効果の確認をした。補強部、非補強部での実測時間帯（24時間）の最大応力振幅値を比較し、表-1に示した。補強部材での応力は一部80%程度の値が認められるが、ほぼ60%程度に低下しており、小型試験体同様にL型材添加による補強効果が確認された。また、L型材添加補強は全てのリブで行う必要はないものと考えられ、非補強リブ部での応力頻度計測結果より各縦リブ、横リブ交差部で疲労寿命の推定を行い、L型材添加補強の必要性の検討を行った。疲労寿命推定方法および推定結果を表-2に示した。なお、疲労寿命推定のための基本疲労強度線図としては、国鉄建造物設計標準解説（以下JR）および日本鋼構造協会疲労設計指針改訂案（以下JSSC）よりリブ十字継手の疲労強度を選定した。適用疲労強度線図を図-6に示す。なお、JSSCの疲労強度改訂指針案は現在改訂作業中のものである。JR：Cクラス、JSSC：Eクラスは止端部仕上げを行わない場合を、JSSC：Dクラスは止端部仕上げを、JSSC：D×0.75はL型材添加による応力低減効果を25%程度と考えたものである。また、交通量自動計測システム²⁾を用い計測した輪荷重通過位置の分布を図-7に示した。表-2、図-7の結果より明らかなように走行車線側輪荷重直下に位置するR3、R16リブにおいては止端部仕上げを行ったとしても（JSSC:D），推定疲労寿命は50年以下であり、L型材添加による補強の必要性が確認された。そして、L型材添加による25%程度の応力低減効果により50年以上の疲労寿命を確保することが十分可能と推定された（JSSC:0.75×D）。一方、追越し車線側の各リブでは止端部仕上げにより50年以上の疲労寿命を確保することが出来た。これは、輪荷重通過位置計測結果よりも明らかなように、走行車線では大型車輛の通過台数が多く、また、縦リブ直上を輪荷重が通過していることによると考えられた。〔参考文献〕

- 1) 高力ボルト引張接合部の設計式：JSSC VOL.5 NO.46 1969
- 2) 可搬式自動車交通流自動観測システムの開発：土木学会論文集

第391号 1988年 3月

表-1 計測時最大応力変動範囲



* 単位 kg/mm²、() 内は格点切部を100%とした値。

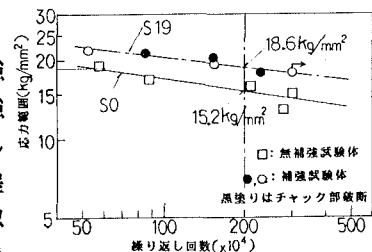


図-5 疲労試験結果

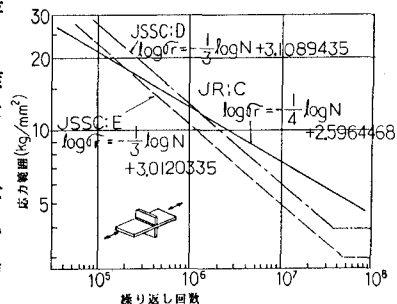


図-6 基本疲労強度線図

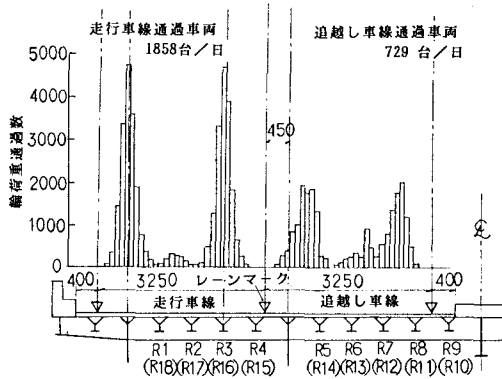


図-7 大型車両輪荷重通過位置

表-2 疲労寿命の推定（単位：年）

着目点	JR:C	JSSC:E	JSSC:D	JSSC:D×0.75
走 R 1	423	124	421	>1000
行 R 2	369	117	529	>1000
下 R 3	32	9	24	85
リ R 4	128	36	106	410
車 R 5	653	215	>1000	>1000
追 R 6	>1000	583	>1000	>1000
越 R 7	416	128	646	>1000
車 R 8	188	51	160	>1000
線 R 9	>1000	>1000	>1000	>1000
追 R 10	>1000	>1000	>1000	>1000
越 R 11	104	27	78	428
上 R 12	137	36	117	689
車 R 13	691	304	>1000	>1000
線 R 14	>1000	148	465	>1000
走 R 15	397	129	664	>1000
行 R 16	22	6	15	70
車 R 17	168	48	199	>1000
線 R 18	>1000	352	>1000	>1000

$$\text{疲労寿命 (年)} = \frac{1}{\text{計測日のマイナー和}} \times \frac{\text{計測日交通量}}{\text{年間交通量}}$$