

舟形補強鉄道桁の疲労寿命予測

関西大学 学生員 ○久田原 高志 南海電気鉄道 正会員 宮野 誠
 関西大学工学部 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

鉄道橋は高齢化が進行しており、それらに対する維持管理の重要性が高まっている。既設鋼鉄道橋のなかには溶接によって断面を追加して補強されたものが存在する。それらは補強によって耐荷力は向上するが、補強による溶接部が疲労に対する弱点となる可能性があり維持管理時に注意する必要がある。既設鋼鉄道橋の疲労挙動の把握が必要であるがまだ完全に明らかでない部分もあり、そのようなデータの蓄積が必要である。本研究は 1800 年代末から 1900 年代初頭に架設されたと考えられ、2001 年に撤去されるまでの 80~100 年間供用されたと推定される鋼 I 形桁を対象としている。補強が実施された正確な時期はわかっていない。本研究では、静的載荷試験を行い、試験桁の応力分布を測定して補強の影響を検討し、疲労余寿命の推定を試みた。

2. 試験桁について

舟形補強とは、I 形桁の下フランジに魚腹状の T 型断面の部材を溶接により添接する補強方法である。戦前に刊行された文献¹⁾のなかにその記述がみられる古い補強法である。図-1 に試験桁の形状・寸法を示す。試験桁は、実際に供用されていた橋梁である。試験桁のスパン中央付近のウェブ下流側に厚さ 10mm、200mm 四方のあて板が 2 枚、上フランジ下面下流側に支間長にわたって厚さ 15mm のあて板が溶接により添接されている。C 断面を

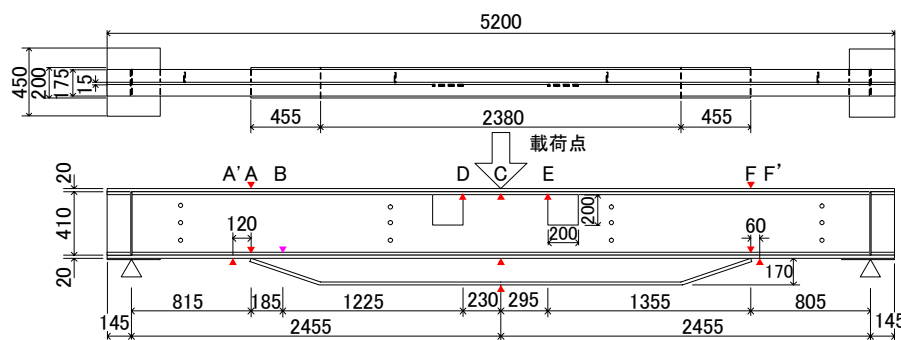


図-1 試験桁の形状と寸法（寸法の単位:mm, ▼印はひずみゲージ貼付位置を示す）

例にとり、図-2 に断面形状のモデルを示す。

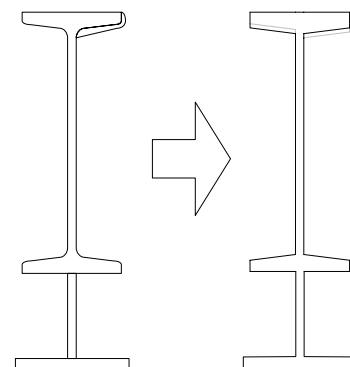


図-2 断面形状のモデル(C断面)

3. 静的載荷試験

(1)方法

載荷方法は 2 点支持の中央 1 点載荷とし、荷重の最大値を 300kN とした。A~F に A', F'を加えた 8 断面に 1 軸ひずみゲージを貼り付け静的に応力を測定した。1 軸ひずみゲージは桁全体で 31 箇所に貼り付けた。ひずみゲージ貼付位置を図-1,3 に示す。ここで、A, F は補強終端部を含む断面、D, E はウェブに添接されたあて板の溶接部を含む断面である。

(2)試験結果

計算値は各断面について図-2 に示すような単純化を行った断面形状をもとにして梁理論を用いて求めた。なおゲージ名称の U, L, R はそれぞれ I 形桁上フランジ、

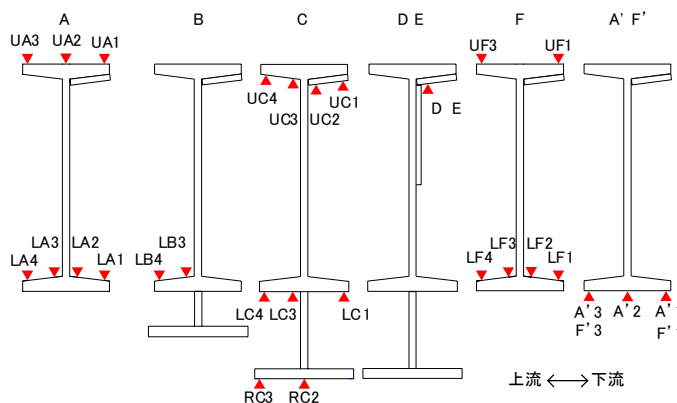


図-3 ひずみゲージ貼付位置: ▼印 総数 31

キーワード：舟形補強, 静的載荷試験,

〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 TEL: 06-6368-0850

下フランジ、補強部材フランジに貼り付けられたゲージであることを示す。図-4 に応力の橋軸方向分布を示す。スパン中央の I 形桁下フランジの応力の実測値、補強フランジの応力の計算値は実測値とほぼ一致している。

4. 疲労寿命予測

(1) 方法

補強終端部(F 断面)、あて板溶接部(E 断面)、補強フランジ-補強ウェブ溶接継手部(C 断面)について、それぞれの形状から疲労強度等級を推定した。舟形補強終端部はカバープレートをすみ肉溶接で取付けた継手(非仕上げ)または面外ガセットをすみ肉溶接した継手とみなし、F または G 等級と仮定した。あて板溶接部はカバープレートをすみ肉溶接で取付けた継手と考え、F 等級と仮定した。疲労寿命予測に用いる応力範囲とその頻度は、試験桁上を仮定した列車荷重が通過するときの着目部に生じる曲げモーメントを計算し、その波形を用いて求めた。列車の軸配置と軸重は、実際運行している車両²⁾ (モハ 7101: 自重 38tf, 定員 160 名) を参考に図-5 のように仮定した。また列車車両は 6 両編成とし、一日の列車通過本数は 130 本とした。求めた応力波形を図-6,7,8 に示す。計算によって得られた変動振幅応力に対してレインフロー法を用いて波形の処理を行った。疲労寿命の予測には、マイナー則を用いた。

(2) 結果

表-1 に照査結果を示す。補強終端部は F 等級では約 50 年、G 等級の場合には 22 年の余寿命を有するという結果になった。あて板溶接部と補強フランジ-補強ウェブ溶接継手部については無限大の余寿命を有するという結果になった。

6. おわりに

舟形補強桁の静的载荷試験と疲労余寿命評価を行った。余寿命についてはレールを考慮していないため、また、列車荷重、1 日の列車通過本数ともに現在のものを用いて推定しているので実際より厳しい条件となり安全側の評価となっている。

表-1 余寿命評価結果

着目箇所	補強終端部		あて板溶接部	補強フランジ-補強ウェブ溶接継手部
強度等級	F等級	G等級	F等級	D等級
推定余寿命	48年	22年	∞	∞

〈参考文献〉

- 1) 中原壽一郎・木村秀敏・宮崎雪衛：電弧溶接構造 特に橋梁補強，社団法人 日本工人倶楽部，1934.
- 2) 南海電気鉄道株式会社：南海電気鉄道百年史，南海電気鉄道株式会社，1985

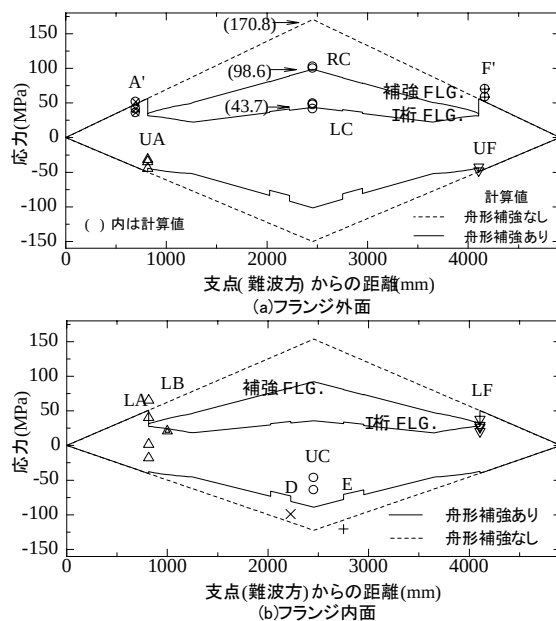


図-4 橋軸方向の応力分布

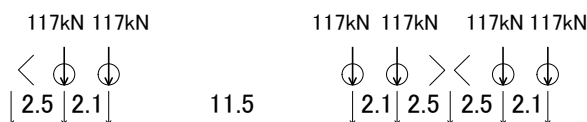


図-5 軸重と軸配置 (m)

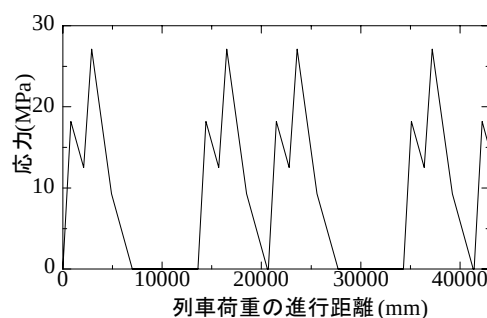


図-6 応力波形(補強終端部)

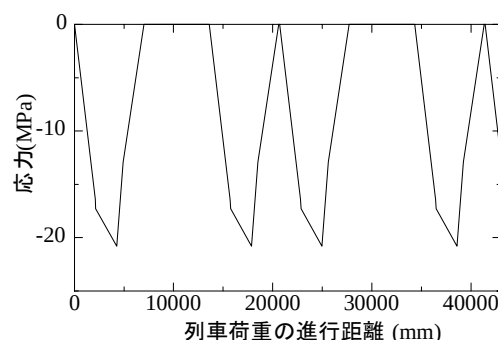


図-7 応力波形(あて板溶接部)

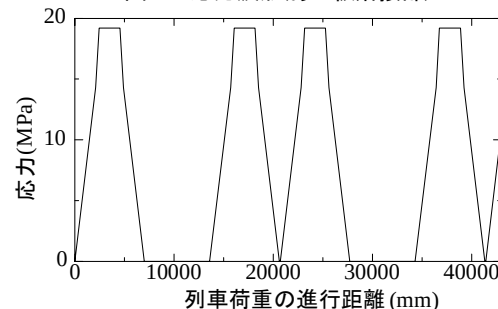


図-8 応力波形(縦方向溶接継手部)