

デッキプレートの厚さがき裂進展速度に与える影響に関する実験的研究

名城大学大学院

学生会員

○高 陽

名城大学総合研究所

傳 中秋

名城大学

フェロー

葛 漢彬

1. 緒言

直交異方性鋼デッキプレートの重量はコンクリート橋自重の約 3/4 であり、限界耐荷力が大きいことや施工のしやすさ、美観などの利点があることから、長スパン橋に広く使用されている。本研究では直交異方性鋼デッキプレートの厚さがき裂進展速度に与える影響を実験的に明らかにした。

2. 実験概要

本論文はデッキプレートと U リブの繋ぐ細部におけるデッキプレートからのき裂発生進展メカニズム¹⁾を一層解明するために、行った溶接部の疲労試験についてまとめたものである。直交異方性鋼橋の構造は複雑であるため、溶接による残留応力をもたらす。また、施工品質の不均一と繰り返し軸荷重の負荷などの原因によって、床用鋼板が疲労損傷を受け易いことである。U リブは、軸荷重の影響を受けにくい。

よって本実験では、U リブウェブ部とデッキプレート溶接の供試体を使用する。本研究では、板厚が異なる 2 種類の供試体を用いており、それぞれ 9 体(合計 18 体)製作している。全試験体は完全溶け込み溶接で、板厚 14mm の供試体を t14 系、板厚 16mm の供試体を t16 系と称する。試験体のサイズは実橋設計図面の類似構造のサイズに基づいて定めており、図-1 に試験体寸法を示す。図-2 に示すように、試験体を片持ち形式で固定し、荷重は振動疲労試験機による加振力を利用した。溶接構造の疲労寿命は主に応力範囲と繰り返し回数によって決定されるため、本研究は自重および他の影響を考慮しない。載荷は 55MPa、80MPa および 100MPa(実際には $\pm 10\%$ 以内波動)の 3 つで行った。板厚 70% の疲労き裂深さを破壊標準とする。図-3 にひずみゲージ設置状況を示すように CD3、CD4 は溶接ルート部の両側に 5mm の箇所を設置した²⁾。CD1、CD2 と CD5、CD6、CD7 はホットスポット応力を算出するために設置されたが、本検討では利用しない。

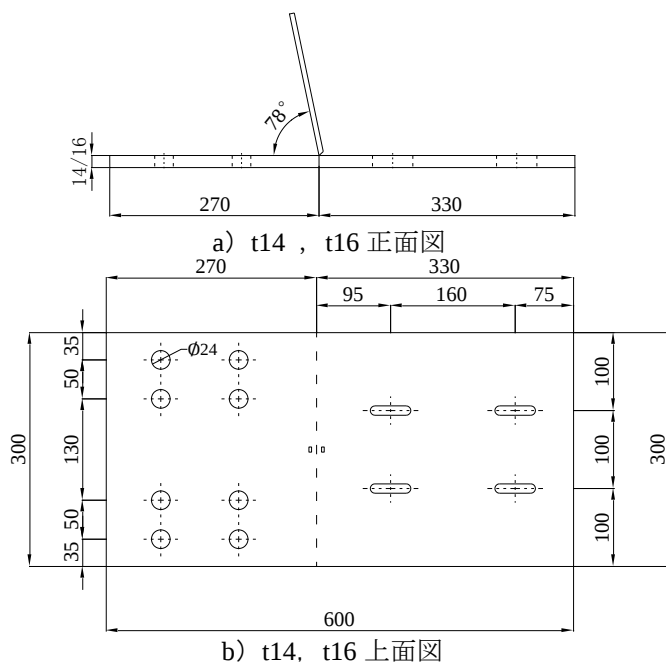


図-1 試験体寸法



図-2 疲労試験中の様子

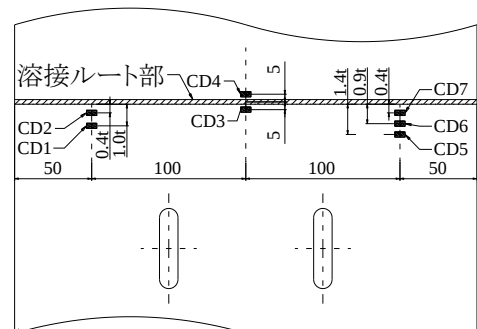


図-3 ひずみゲージ設置状況

キーワード 疲労実験, 鋼デッキプレート, U リブ, 疲労き裂

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 TEL 052-838-2342

表-1 疲労試験結果

試験体名	公称応力 (MPa)	N_{start}	$N_{failure}$	試験体名	公称応力 (MPa)	N_{start}	$N_{failure}$
t14s55-1	54.10	— ⁽¹⁾	— ⁽¹⁾	t16s55-1	54.70	3796400	9691200
t14s55-2	54.30	3760100	8498200	t16s55-2	54.90	— ⁽¹⁾	— ⁽¹⁾
t14s55-3	56.20	2767100	6978400	t16s55-3	55.10	3369400	8629300
t14s55 平均値		3263600	7738300	t16s55 平均値		3582900	9160250
t14s80-1	79.70	— ⁽¹⁾	— ⁽¹⁾	t16s80-1	77.90	1369400	6029300
t14s80-2	80.00	924700	7482600	t16s80-2	79.20	2796400	8900700
t14s80-3	80.20	724700	7965400	t16s80-3	79.20	5743200	>10000000 ⁽²⁾
t14s80 平均値		824700	7724000	t16s80 平均値		3303000	7465000
t14s100-1	98.60	977200	2130500	t16s100-1	101.40	69100	>10000000 ⁽²⁾
t14s100-2	99.40	332400	2078100	t16s100-2	103.20	5897000	10000000
t14s100-3	101.30	932700	2763500	t16s100-3	105.10	965400	5277400
t14s100 平均値		747433	2324033	t16s100 平均値		2310500	7638700

注：(1)1000 万回を超える繰り返し回数でき裂が生じなかった。(2)疲労き裂の深さは破壊標準に達しなかった。

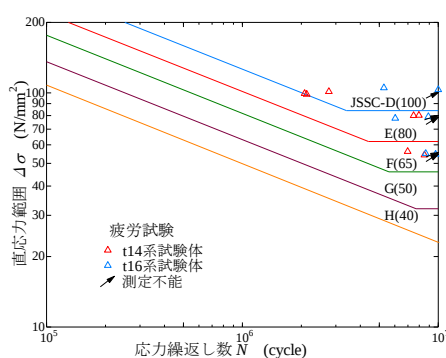


図-4 S-N 曲線

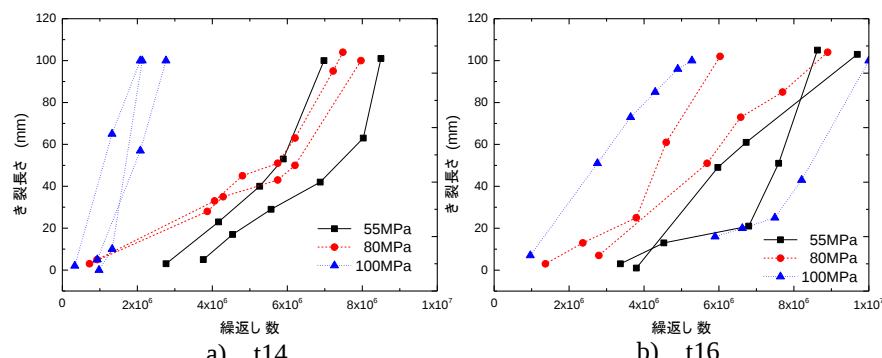


図-5 t14, t16 のき裂進展速度の状況

3. 実験結果

き裂状況は実橋梁と同様に、き裂が溶接ルート部に沿って進展することが見られた。表-1 に本試験の結果を示す。 N_{start} はき裂発生する時の繰り返し回数、 $N_{failure}$ はき裂深さが板厚の 70%に達した時の繰り返し回数と定めている。ここで、平均値を出す際に、き裂発生及び破壊の条件を満たしていないデータを除外している。また、t14 系試験体の平均有効疲労寿命は約 541 万回で、t16 系試験体の平均有効疲労寿命は約 809 万回であるため、t16 系は t14 系より平均有効寿命が約 49%以上と長く、疲労寿命が大幅に改善されたことが確認できた。

JSSC 疲労設計指針の疲労強度曲線を参考に、疲労試験結果を評価する。図-4 に示すように、全実験結果は S-N 曲線 (JSSC-F) より上側にプロットされているため、S-N 曲線 (JSSC-F) を採用することが最適である。t14 系、t16 系試験体のき裂進展速度の状況を示した図-5 より、板厚が厚いほど進展速度は遅くなり、き裂発生と破壊に関しても遅くなっていることから、t16 系の試験体の疲労寿命が長く、疲労性能が良いことが分かる。

4. 結言

本研究は実験を通じて、デッキプレートの厚さがき裂進展速度に与える影響を明らかにした。板厚が厚いほど、鋼床版デッキプレートの溶接ルート部の疲労性能が向上でき、き裂進展速度が遅くなることを確認した。

参考文献: 1) 山田ら：垂直補剛材と鋼床版デッキプレートのすみ肉溶接の曲げ疲労試験，鋼構造年次論文報告集，Vol.14, No.55, pp.1-8, 2007.9. 2) 村越ら：鋼床版デッキプレート進展き裂の対するデッキプレート増厚の効果に関する検討，鋼構造論文集，Vol.19, No.75, pp.55-65, 2012. 9.