

鋼床版デッキプレートと主桁垂直補剛材の溶接部の疲労に関する検討

建設省土木研究所 正会員 程 小華 正会員 西川和廣
正会員 村越 潤 正会員 福地友博
本州四国連絡橋公団 正会員 大橋治一

1. まえがき 鋼床版については疲労耐久性の向上や構造の合理化、省力化の観点からデッキプレートの厚板化を図った構造の検討が行われている。筆者らはデッキプレートを24mmに増厚し、かつ各種細部構造を設けた大型供試体を用いて載荷試験を行い、デッキプレートの厚板化が細部構造の疲労耐久性に与える影響について検討した。本文では各種検討の中から、主桁垂直補剛材の上端部の疲労についての検討結果を報告する。

2. 試験概要 供試体はデッキプレート幅3500mm、長さ4300mm、厚さ24mm、主桁高1300mm(舗装なし)である。横リブ間中央部にある主桁垂直補剛材上端部4箇所について、現行構造(すみ肉溶接)、35mm隙間あけ、70mm隙間あけならびにメタルタッチの4構造とした。図-1に各構造におけるひずみゲージの貼付位置と荷重の載荷位置を示す。ゲージは注記以外は溶接止端から3mmの位置より貼付している。である。載荷荷重は1~21tfとし、厚さ20mm、面積500×200mm(幅員方向×橋軸方向)の硬質ゴム板を介して行った。試験結果は10tf荷重範囲に換算して整理した。

3. 実験結果

(1) 垂直補剛材側のひずみ 図-2(a)(b)に現行構造の垂直補剛材上端部の補剛材側こば面のひずみの測定結果を既存のデッキ厚12mmの大型鋼床版供試体の試験結果¹⁾(以下、デッキ厚12mmの場合と呼ぶ)と比較して示す。デッキ厚12,24mmともに補剛材に隣接する縦リブ中心軸直上付近に載荷した時にひずみが最大となる。デッキ厚24mmの場合のひずみは12mmの場合よりも溶接止端部から3mmの位置を除いては若干小さくなっている。文献2)におけるホットスポット応力の算出法(F法)を用いると、デッキ厚24mmの場合のホットスポットひずみは -840μ であり、デッキ厚12mmの場合(-1092μ)の77%となっている。その値は溶接止端部から6mmの実測値($t=12mm$ は -1090μ ; $t=24mm$ は -809μ)に近い。なお、溶接止端部から3mmの位置のひずみは、デッキ厚12mmと24mmの場合と同程度の値となっている。詳細については省略するが、当該部の疲労試験結果によれば、デッキ厚24mmの場合の方が疲労寿命が長くなっており、溶接止端形状の影響を受けているものと考えられる。

(2) デッキプレート側のひずみ 図-3(a)(b)に現行構造について、デッキプレート表面のひずみの測定結果を示す。当該箇所には補剛材により拘束され、デッキプレートの板曲げにより面外応力が作用する。補剛材に隣接する縦リブウェブ上に載荷時に最大ひずみが生じる。溶接止端付近のひずみはデッキ厚12mmの場合の最大値 -986μ (下面)と 772μ (上面)に対し、 -300μ (下面)と 197μ (上面)となっており、1/3程度に低減した。また、デッキ厚24mmの場合のデッキ側のひずみは補剛材側のひずみに比べて十分小さいことから、デッキ側から疲労き裂の発生する可能性が補剛材側より小さいと考えられる。

(3) 隙間あけ構造の主桁ウェブ側のひずみ 図-4に隙間あけ構造における隙間部の主桁ウェブのひずみ分布を示す。載荷位置は隙間下側の溶接止端部のひずみが最大となる主桁隣接の縦リブウェブの直上である。35mmと70mm隙間構造ともに面外曲げが卓越しているが、溶接近傍のひずみは、70mm隙間の方が35mm隙間の場合より小さくなっている。溶接止端から6mm位置のひずみは -656μ (35mm隙間)と -357μ (70mm隙間)である。これらのひずみは現行構造の垂直補剛材上端部のひずみ(12mmは -1090μ 、24mmは -809μ)と比べて小さいことから、現行構造より疲労強度は改善されているものと考えられる。

なお、メタルタッチ構造では、溶接止端近傍のひずみは上記の3部位に対し十分小さいことが確認された。

4. 疲労照査 表-1に上述の溶接部を対象とした疲労照査結果を示す。大型車の輪荷重頻度分布(等価換算輪荷重: 3.3tonf)には既存の活荷重実態調査結果³⁾を用い、幅員方向の輪荷重走行位置(正規分布: 標準偏差 $\sigma=32cm$)の影響を考慮した。疲労設計曲線にはJSSCのF等級とE等級を用いた。疲労寿命の比率はデッキ厚12mm、デッキ厚24mmの現行構造、35mm隙間構造に対して1:3.0:7.5である。

5. まとめ

(1) デッキ厚の増厚(12mm→24mm)により、垂直補剛材上端部の溶接止端部補剛材側のひずみは77%となった。デッキ側のひずみは1/3程度に小さくなり、デッキ面外曲げによる疲労は解消され则认为られる。

(2) 隙間あけ構造の場合には、垂直補剛材の拘束によるデッキプレートの局所的な面外曲げによるひずみを

キーワード: 鋼床版、垂直補剛材、板厚化、局部応力、疲労

連絡先: 〒305 茨城県つくば市旭1番地・構造橋梁部橋梁研究室 TEL: 0298-64-4919 FAX: 0298-64-0565

防ぐことができる。なお、上端部の隙間の処理に課題はあるものの、疲労の観点からメタルタッチ構造も望ましいと考えられる。

- 参考文献 1) 藤井、西川、村越、田中：鋼床版のデッキプレートとスチフナーの溶接部の疲労試験，土木学会第47回年次学術講演会，I-129，平成4年9月
2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993年
3) 藤原、岩崎、田中：限界状態設計法における設計活荷重に関する検討，土木研究所資料，第2539号，昭和63年1月

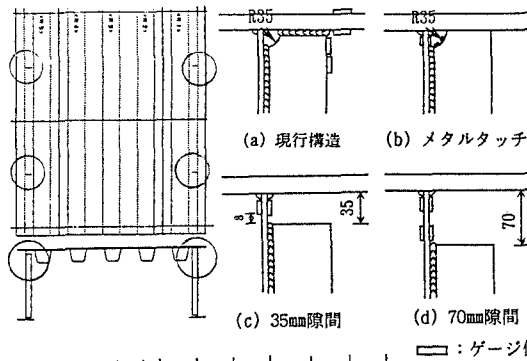
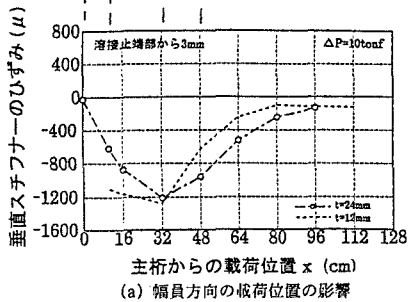


図-1 着目部位と荷重位置



(a) 幅員方向の荷重位置の影響

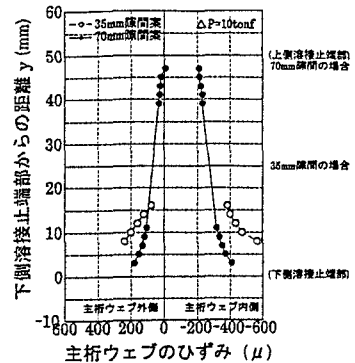
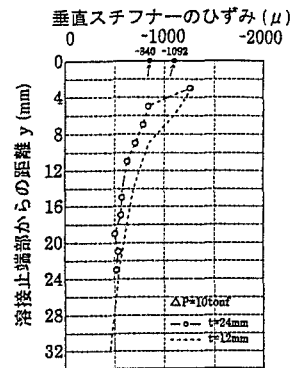
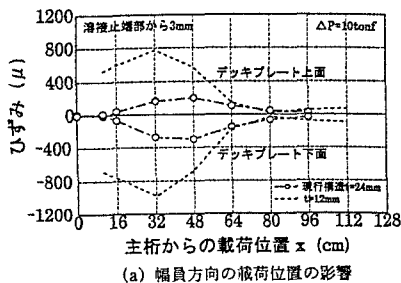


図-4 隙間部の主桁ウェブのひずみ分布

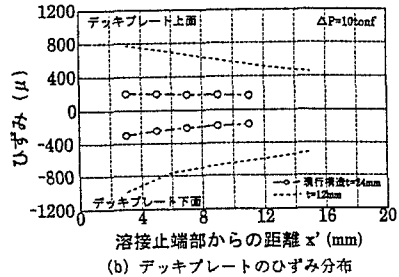


(b) 補剛材こは面のひずみ分布

図-2 現行構造における補剛材側の実測結果



(a) 幅員方向の荷重位置の影響



(b) デッキプレートのひずみ分布

図-3 現行構造におけるデッキ側の実測結果

表-1 疲労照査

照査部位	最大実測ひずみ (μ , 10t輪重)	最大応力(MPa) (μ , 10t輪重)	等価応力(MPa) (輪重頻度分布 ³⁾)	幅員荷重位置 の影響係数	JSSC 等級	照査結果		
						走行輪数	比率	
①	t=12mm	-1090	-224	-74	0.45	F	3.02×10^6	1.0
	t=24mm	-809	-166	-55	0.37	F	9.03×10^6	3.0
②	t=24mm	-656	-135	-45	0.51	E	22.71×10^6	7.5

注：1. 表中に、①は現行構造のまわし溶接止端部補剛材側；②は35mm隙間構造の隙間部下側の主桁ウェブである。
2. ひずみ値は溶接止端から6mmの実測値（最大となる荷重位置）である。