

## PC 床版鋼 2 主桁橋の中間横桁部応力性状に関する検討 (疲労耐久性の検討)

(株)横河ブリッジ 正会員 小山 明久 日本道路公団東京建設局 山田 金喜  
 (株)横河ブリッジ 正会員 佐々木保隆 長岡技術科学大学 正会員 長井 正嗣

### 1. はじめに

PC 床版鋼 2 主桁橋の中間横桁部では、上フランジの首振り挙動が拘束されることによって、スタッドに引抜き力が作用すると考えられる。日本道路公団東京建設局内の谷口高架橋（図 - 1 参照）を対象とした実橋計測では、長期計測によって日変化でスタッドに大きな曲げ引抜きひずみ変動が生じること、またそれに伴い上フランジに面外の板曲げ力が作用することが確認されている。また活荷重を模した載荷試験の結果でも、値は日変化の変動に比べて小さいものの、長期計測結果と同様にスタッドの曲げ引抜き力、上フランジの面外板曲げ力の作用が確認された。本文では、これらの応力変動に対する耐久性の検討として、いくつかの仮定を用いた疲労照査を行い、着目部位の疲労耐久性の検討を行った。

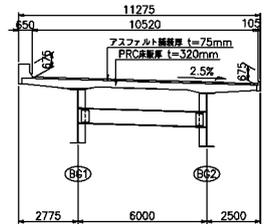


図 - 1 谷口高架橋断面図

### 2. 中間横桁部付近に生じる応力について

谷口高架橋における実橋計測では、床版の温度変形に起因すると考えられる、スタッドの曲げ引抜きひずみが 1 日 1 回日変化で発生・変動することが確認された（図 - 2 参照）。またこれに付随して、上フランジの板曲げ力が同じく日変化で生じることが確認された（図 - 3 参照）。この板曲げ挙動は、谷口高架橋においてスタッドが垂直補剛材直上を避けて配置されているためと考えられる。これらの発生メカニズムの模式図を図 - 4 にまとめる。

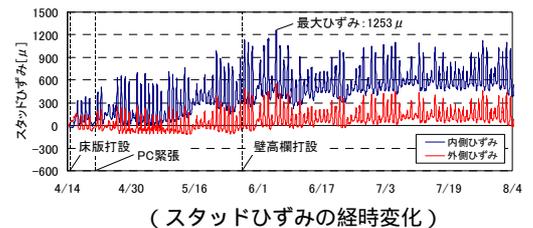
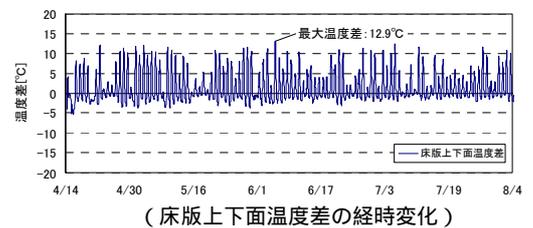


図 - 2 スタッドに生じる曲げ引抜きひずみ

### 3. 疲労照査の概要

計測結果を踏まえ、中間横桁部付近に発生する応力の変動に対する耐久性の照査として、疲労照査対象部位を 曲げ引抜き力を受けるスタッド、上フランジ板曲げ応力の発生によって応力が集中すると考えられる垂直補剛材溶接止端部の 2 箇所とした。照査対象部位を図 - 5 に示す。応力変動の発生頻度は、計測結果より日変化によるひずみ変動は 1 日 1 回、活荷重による発生ひずみは大型車交通量に応じた頻度によって、それぞれ発生すると予想

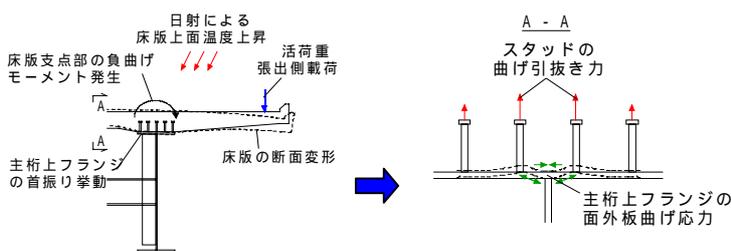
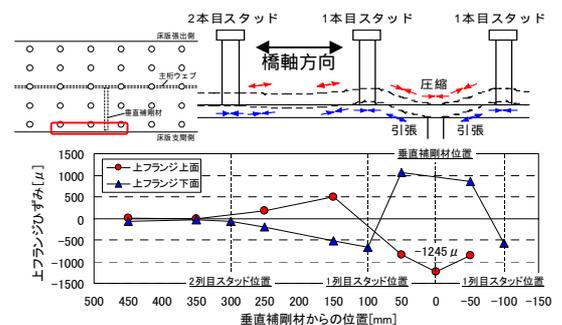


図 - 4 中間横桁部付近に生じる応力の発生メカニズム模式図

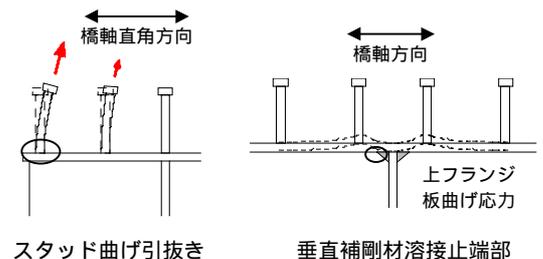


図 - 5 疲労照査対象部位

キーワード PC 床版鋼 2 主桁, 中間横桁部, スタッド, 引抜き力, 疲労照査

連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 (株)横河ブリッジ TEL047-435-6161 FAX047-435-6160

される．ここでは，上述の照査対象部位に対して，計測結果を用いて疲労照査を行った．

#### 4．疲労照査結果

##### 4.1 スタッドの疲労照査結果

スタッドジベルの曲げ引抜き力に対する疲労を検討した例はそれほど多くないが，ここでは既往の検討例<sup>1)</sup>を参考に，スタッドの曲げ引抜き力に対する疲労強度等級を JSSC-H 等級<sup>2)</sup>程度と仮定した．図 - 6 に文献 1) の疲労試験結果を示す．以下に照査における条件および仮定を示す．

- (1) ひずみ変動値はスタッドの内側（床版支間側）および外側（張出側）のひずみの平均値を用いた．
- (2) 長期計測によるひずみ変動値は，完成系断面の 1 ヶ月分を代表として，1 ヶ月の累積疲労損傷度の 12 ヶ月分を 1 年分の平均累積疲労損傷度と仮定した．
- (3) 活荷重によるひずみ変動値は，最大計測ひずみ値（床版支間中央載荷時の計測値）を用いた．
- (4) ひずみ変動の発生頻度は，日変化では 1 日 1 回，活荷重では日大型車交通量を 3000 台とした．なお，活荷重に対する照査時には，頻度補正係数（0.03）を乗じた（3000×0.03=90 台）．
- (5) 活荷重ひずみは載荷トラック後輪軸重（151kN）での計測値であるが，設計時を考慮して 224kN（T 荷重（200kN）に衝撃係数（i=0.118）を考慮）載荷時の応力を，計測値より算出して照査した

表 - 1 にスタッドの疲労照査結果をまとめる．表よりスタッドの曲げ引抜き力に対する疲労寿命は日変化の変動に対してはほぼ問題の無いレベルであり，活荷重に対しても 100 年以上という結果であった．

##### 4.2 垂直補剛材溶接止端部の疲労照査結果

上フランジ板曲げ応力の発生によって応力が集中すると考えられる垂直補剛材溶接止端部について，図 - 7 に示す計測位置における計測値からホットスポット応力（JSSC-E 等級）<sup>2)</sup>による照査を行った．照査の条件および仮定はスタッド照査時と同様とした．表 - 2 に垂直補剛材溶接止端部の疲労照査結果をまとめる．表よりスタッドと同様に，疲労上特に問題の無いレベルであった．

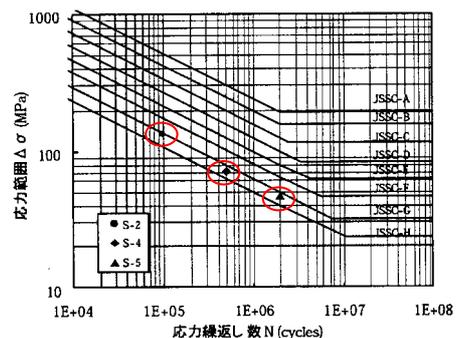


図 - 6 スタッドの曲げ引抜き疲労試験結果<sup>1)</sup>

#### 5．おわりに

PC 床版鋼 2 主桁橋の中間横桁部に生じるスタッドの曲げ引抜き力および上フランジの板曲げ力について，これらの応力変動に対する耐久性の検討として，実橋計

測結果を用いていくつかの仮定の上での疲労照査を行った．その結果，スタッドおよび垂直補剛材溶接止端部ともに疲労寿命は 100 年以上であり，疲労上特に問題の無いことを確認した．

**参考文献** 1) 鈴木，上東，櫻田，立神：波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋における接合部の面外曲げ疲労に関する実験的研究：土木学会第 57 回年次学術講演会，I-626，2002.9 2) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・解説，1993.4

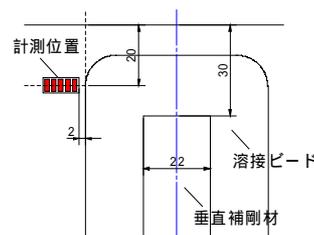


図 - 7 垂直補剛材溶接止端部のひずみ計測位置

表 - 1 スタッドの疲労照査結果

	日変化に対する疲労照査		活荷重に対する疲労照査					
	スタッド①	スタッド②	スタッド①		スタッド②			
			計測値 (151kN)	設計値 (224kN)	計測値 (151kN)	設計値 (224kN)		
1ヶ月の累積疲労損傷度	7.1854E-05	9.166E-05	内側 (床版支間側)	ひずみ[μ]	129	-	125	-
			外側 (張出側)	ひずみ[μ]	78	-	61	-
1年の平均累積疲労損傷度	0.0009	0.00109992	平均	ひずみ[μ]	104	-	93	-
				応力[N/mm <sup>2</sup> ]	21	31	19	28
			荷重頻度[回/日]		3000			
			許容応力範囲 Δσf (H等級)		40			
疲労寿命[年]	1160	909	疲労寿命 [年]		439	135	606	185

(スタッド ① は垂直補剛材直近で最外に位置するスタッド)

表 - 2 垂直補剛材溶接止端部の疲労照査結果

日変化に対する疲労照査	活荷重に対する疲労照査			
		実験値 (151kN)	設計値 (224kN)	
1ヶ月の累積疲労損傷度	2.07E-04	平均	ひずみ[μ] 197	-
			応力[N/mm <sup>2</sup> ] 39	58
1年間の平均累積疲労損傷度	0.0025	荷重頻度[回/日] 3000		
		許容応力範囲 Δσf (E等級) 80		
疲労寿命[年]	402	疲労寿命 [年]	510	156