

鋼・コンクリート合成床版の橋軸方向の継手性能に関する基礎的研究

九州大学 学生会員○徐 聖 卓
九州大学 正 会 員 日野 伸一
九州大学 フェロ - 太田 俊昭

1. まえがき

近年，道路橋の床版として鋼板・コンクリート合成床版が工期短縮，施工の省力化などの目的から広く適用されている．工場製作された底鋼板を現場に搬入し，コンクリート打設に先行して，接合一体化する必要がある．本研究は，図 - 1 のようなロビンソン型合成床版を対象に，引張ボルト接合を用いた底鋼板の橋軸方向継手構造を提案し，スパン中央部で接合した単純梁供試体による疲労試験を行い，継手部の曲げ剛性や疲労強度について検討したものである¹⁾．

2. 実験・解析概要

橋軸(配力鉄筋)方向に分割された底鋼板相互の継手構造としては，図 - 2 に示すような高力ボルト (HTB) 引張接合の継手タイプ E0 を基本とし，それを軸方向鉄筋で補強した構造 E1，孔あき鋼板で補強した構造 E2 および比較用の継手無し供試体の合計 4 種類について実験を行った．曲げ疲労試験は，中央 2 点载荷，1 点载荷ともに底鋼板に作用する引張応力振幅に対して，3 段階の荷重振幅を設定して，各々 50 ～ 100 万回の繰返し载荷を行った．加えて，継手部の幅方向の非均質性を考慮するために，3 次元静的弾塑性 FEM 解析を行い，継手部の応力および変形を検討した．図 - 3 に 1/2 部分の要素分割図を示す．

3. 結果および考察

疲労試験および静的载荷試験結果の一覧を表 - 1 に示す．疲労試験に関しては，いずれの供試体も底鋼板の疲労破断により破壊した．一方，静的载荷試験に関しては，いずれもコンクリート上面が圧壊した．破壊荷重の計算値は，RC 理論に基づき求めたものである．図 - 4 は，疲労試験のタイプ E1 に対して，支間中央位置の最大たわみおよび残留たわみの変化を示している．図より，活荷重による設計曲げモーメントの 3 倍に相当する荷重レベル (58.8kN) まで残留たわみはほとんど生じておらず，良好な疲労耐久性を示していることがわかる．図 - 5 は，底鋼板の応力振幅と開口幅振幅の関係を示しており，タイプ E0, E1, E2 とともに線形形状を示す．また，図 - 6 は，静的载荷試験タイプ E2 の支間中央位置のたわみ曲線を示しており，実験，解析値ともに，設計曲げモーメントの 2 倍程度 (荷重 36.2kN) までほとんど線形変形をしていることがわかる．

3.1 S - N 曲線

図 - 7 は継手部底鋼板の S - N 曲線を示す．载荷荷重の変化によってひずみ範囲は変動するので，次式に

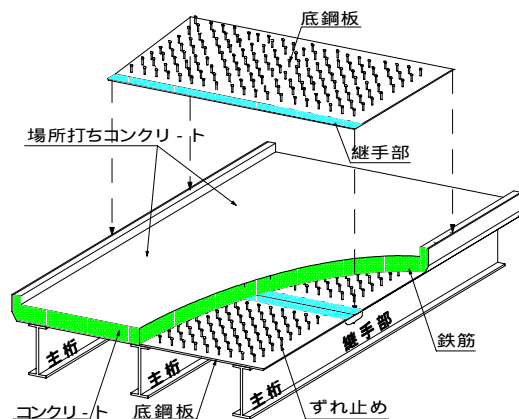


図 - 1 合成床版の概念図

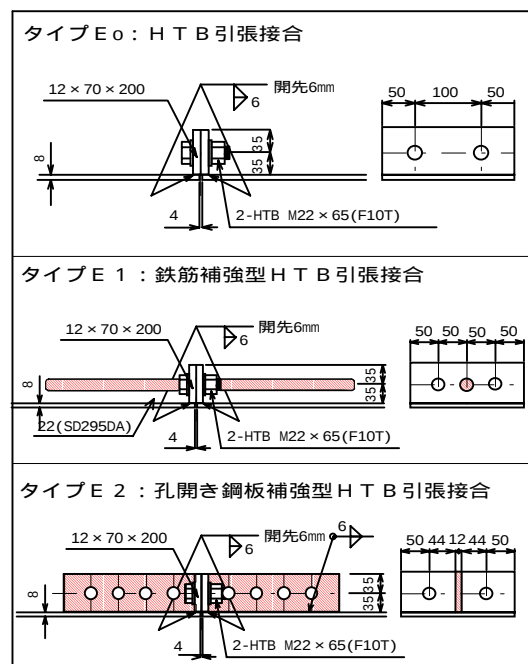


図 - 2 継手構造

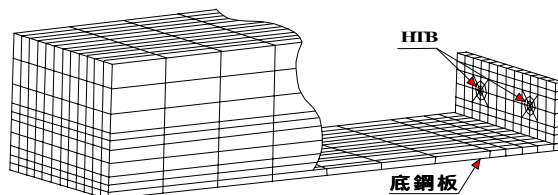


図 - 3 要素分割図

よって定義される等価応力範囲を用いて考察した。

$$\sigma_e = \left[\sum_{i=1} \left\{ \sigma_i^3 (N_i / N_e) \right\} \right]^{1/3}$$

ここに、σ：等価応力範囲，σ_i：レベルiの応力範囲，N_i：σ_iの繰返し回数，N_e：全繰返し回数。ここで、実線は日本鋼構造協会の疲労設計指針²⁾に規定される許容疲労応力範囲であり、継手部底鋼板の疲労強度はF等級とH等級の間に分布している。

3.2 継手性能の評価

疲労試験の結果、1点载荷と2点载荷の差異は顕著にみられず、このことよりせん断力による疲労劣化ではなく曲げ疲労による接合部底鋼板の亀裂およびコンクリートのひび割れが卓越したと考えられる。

改良継手E1、E2は、疲労試験ではステップ3で破壊しており、継手下面の開口を抑え、底鋼板の疲労破壊に至るまで継手性能の低下は顕著に見られず、接合板の溶接継手に相当する性能を有していることがわかる。また、静的载荷試験では、最大荷重は設計荷重に対して3倍以上の安全率を有し、ひびわれの分散性も向上が認められた。今後は、本研究の試験結果を反映した版供試体による検討が必要である。

4. まとめ

- (1) HTB引張接合タイプE0は、疲労試験の場合に、継手下面での開口により、ステップ2で底鋼板が破壊した。
- (2) 改良継手E1、E2は、継手下面の開口を抑え、底鋼板の疲労破壊に至るまで継手性能の低下がほとんど見られず、最大荷重は設計荷重に対して3倍以上の安全率を有している。
- (3) 疲労試験の破壊形式は、接合鋼板の溶接点付近における底鋼板の疲労による破壊であり、底鋼板の疲労強度はJSSCのF等級とH等級の間に分布している。

参考文献

- 1) 徐・日野ほか：鋼・コンクリート合成床版の橋軸方向継手に関する基礎的研究，JCI，Vol.21，No.3，1999
- 2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説 1993

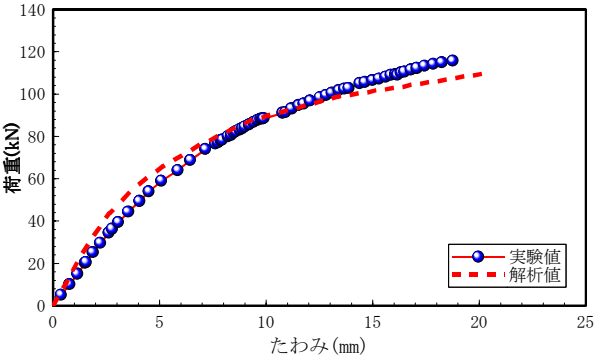


図 - 6 支間中央部のたわみ曲線[タイプE2・静的]

表 - 1 実験結果

供試体		載荷ステップ	上限荷重	繰返し回数	破壊形式
タイプE0	静的	No.5	実験：97.8kN，計算：106.7kN		上面コンクリート破壊
	疲労(2点)	No.2	(2)	36.2kN 54.8万	底鋼板の疲労破壊
		No.3	(1)	20.5kN 100万	ボルトの疲労破壊
			(2)	36.2kN 55.9万	
		No.4	(2)	58.8kN 94.2万	底鋼板の疲労破壊
		No.6	(1)	20.5kN 50万	底鋼板の疲労破壊
			(2)	36.2kN 51万	
タイプE1	静的	No.1	実験：116.3kN，計算：117.1kN		上面コンクリート破壊
	疲労(2点)	No.2	(1)	20.5kN 50万	底鋼板の疲労破壊
			(2)	36.2kN 100万	
			(3)	58.8kN 12万	
	疲労(1点)	No.3	(1)	1.6kN 50万	底鋼板の疲労破壊
			(2)	2.8kN 100万	
			(3)	4.5kN 20万	
タイプE2	静的	No.1	実験：115.6kN，計算：117.8kN		上面コンクリート破壊
	疲労(2点)	No.2	(1)	20.5kN 50万	底鋼板の疲労破壊
			(2)	36.2kN 100万	
			(3)	58.8kN 2.8万	
	疲労(1点)	No.3	(1)	1.6kN 50万	底鋼板の疲労破壊
			(2)	2.8kN 100万	
			(3)	4.5kN 30万	

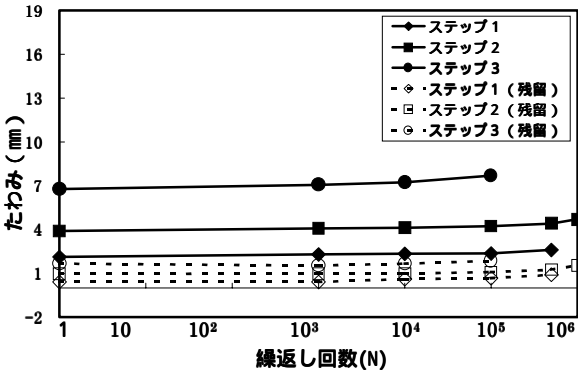


図 - 4 支間中央部のたわみ履歴曲線 [タイプE1]

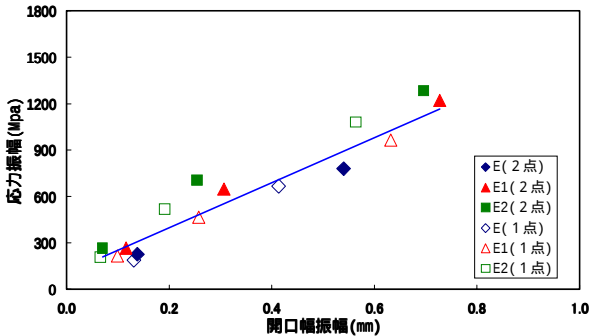


図 - 5 底鋼板の応力振幅と開口振幅曲線

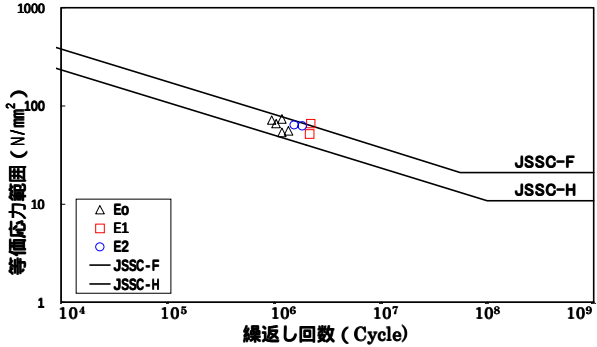


図 - 7 HTB引張接合継手のS-N曲線