

I-A 443 道路橋合成床版の橋軸方向継手の疲労性状に関する実験的研究

宮地鐵工所 正会員○清水功雄

九州大学工学部 正会員 日野伸一 正会員 太田俊昭

大阪大学工学部 正会員 松井繁之 正会員 文 兎景

1. はじめに 土木学会の鋼構造終局強度研究小委員会・合成構造物の終局強度分科会（主査 中井博 大阪市大教授）では、限界状態設計法にもとづく「鋼・コンクリート合成床版設計指針（案）」を準備中である。同指針案では、道路橋の合成床版の設計は疲労強度によるべきであるという概念に基づいて、基本形となる π 型合成床版とI型鋼格子床版に大別して設計指針を提案している。しかしながら、合成床版の底鋼板の継手構造などの設計に関しては、基礎データの不足もあり具体的な構造を提案するに至っていない。

床版支間が4 mを越える施工実績がでてくるなど、従来のRC床版に代わり合成床版の利用が注目されている現状から、合成床版の特長である現場施工性のよさを生かせる現場継手の構造を提案し、疲労強度による設計の可能性を検討する。

本報告は、図-1に示すような合成床版の底鋼板の床版配力筋方向（橋軸直角方向）の継手について、想定した数種の継手構造を提案し、 π 型中央部に設けた単純梁の供試体の曲げ疲労試験を行い、その疲労性状を検証するとともに、実用化する場合の問題点を検討するものである。

報告する一連の実験は上記分科会の合成床版班（主査 松井繁之 大阪大学教授）によるものである。

2. 供試体の継手構造 本稿の曲げ疲労試験に用いた供試体は、図-2に示すスタッド付きの合成はり供試体であり、中央部の継手構造を除いてすべて同一の緒言である。継手構造としては図-3に示すように、5種類の供試体（タイプB～F）を提案し比較用の供試体（A）を含めた6種類を、静的荷重試験用を含め合計16体製作した。

提案した継手構造は、鋼板の継手としてはいずれも不完全な継手で、一般に言われているように、継手は母材強度を確保することにはならない。しかし施工性を重視した継手の性質から、実用上十分な疲労強度を確保できれば継手として使用できるのではないかと考えている。

3. 荷重試験方法 荷重方法は単純支持の2点線荷重による1方向曲げとした。繰返し荷重試験は表-1のような3段階の荷重振幅を設定して、ステップ1からステップ3まで順次、各々最大100万回の繰返し荷重を経て破壊に至るまで実施した。

4. 試験結果 繰返し荷重試験の結果を表-2に示す。今回繰返し荷重試験に関しては、いずれの供試体も引張部材（底鋼板部およびHTB）の疲労破断により破壊した。

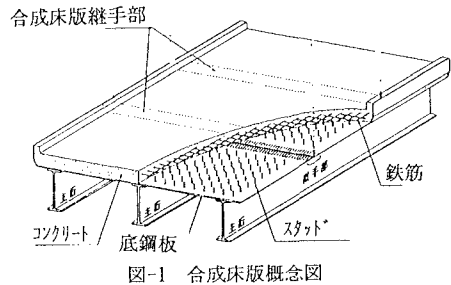


図-1 合成床版概念図

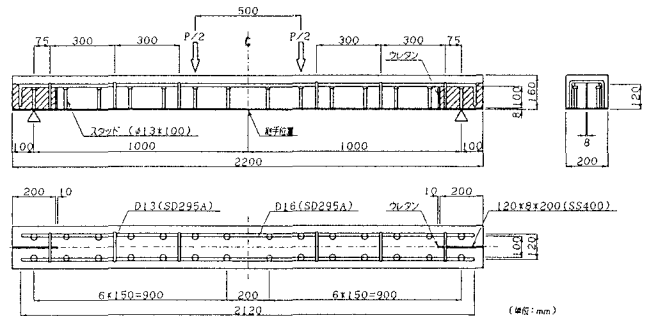


図-2 供試体諸元

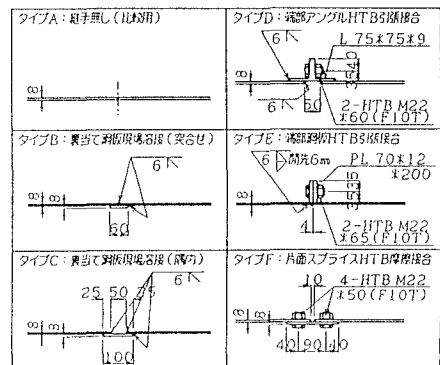


図-3 継手構造の種類

今回の試験では特にタイプC、D、Eの継手の破壊形態に関して、合成構造としての効果がどの程度反映されているのかも関心のあったところであったが効果を定量的に検証するには至らなかった。

継手の変形の状況を見るために、支間中央部のたわみ履歴曲線と継手の開口幅履歴曲線を得た。一例として変形の大きいタイプEについて、静的と繰返し載荷時の開口幅履歴曲線を図-4～5に示す。図の解析値は、タイプD、EについてはFEM解析結果である。繰返し荷重下においてもステップ2の破断に至るまでの残留変形（開口幅）はほぼ0.2mm程度以下であることが解る。

5. 継手性能の評価 タイプF（高力ボルト摩擦接合）：既往の実験結果によればすべり荷重以下の繰返し外力下においてボルトが破断する事はまずない。従って母材部のスタッド溶接部で疲労破壊を起こした今回の試験結果は妥当なもので継手として十分な性能を有している。

タイプD、E（高力ボルト引張接合継手）：L型引張継手に関する研究はほとんどなく、T型継手以上に継手部の剛性、ひいては強度が低下する事が予想されたが、コンクリートとの合成効果により、T型継手の計算値に近い疲労強度が得られたのではないかと考えるが即断は出来ない。

タイプB、C（溶接継手）：溶接位置の鋼板の脆性疲労により破壊している。タイプCの裏当て付きの片面隅肉溶接は精度管理が出来れば強度等級F相当の継手として十分な性能を有しているといえる。またタイプBの裏当て付き突合せ溶接については、強度等級Hの疲労曲線よりやや劣る結になった。

6. まとめ 一連の疲労試験より得られ知見をまとめる。

- ① 提案した5種類の継手はいずれも配力筋方向の設計曲げモーメント（ステップ1）に対しては100万回の繰返し載荷に耐えることが確認された。
- ② 裏当て付き突合せ溶接およびすみ肉溶接継手は、母材のスタッド継手の疲労強度に相当するステップ3で溶接部が疲労破壊しており、配力筋方向の継手構造として採用できる構造である。
- ③ HTB引張り接合継手はステップ2の10～60万回において、てこ反力作用に伴う高力ボルト自身の疲労破壊または局部曲げに伴う底鋼板の疲労により破壊しており、設計に採用するには尚、定量的な構造検討が必要である。
- ④ 摩擦接合のタイプF継手は継手のないタイプAと同様にせん断スパン内のスタッド溶接位置における鋼板が疲労破壊しており、強度上は十分な性能を保有する。

参考文献 1) (社) 日本鋼構造協会疲労設計指針改訂小委員会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、1993. 4

2) (社) 日本鋼構造協会橋梁用高力ボルト引張接合標準作成小委員会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案）1994. 3

表-1 繰返し載荷試験荷重

	上限荷重	荷重（下限荷重は0.5tf）
ステップ1	2.1tf	道示による配力筋方向の曲げモーメントに相当する荷重
ステップ2	3.7tf	ステップ1の2倍の曲げモーメントになるような荷重
ステップ3	6.0tf	鋼板に発生する直応力範囲が疲労設計指針に定めるスタッド溶接継手の疲労強度に相当する荷重

表-2 試験結果一覧

供試体		破壊時荷 重	上限 荷重	下限荷 重	疲労破断ヶ所		
タイプ	No.	重	重	重	底鋼板	溶接部	HTBボルト
A	1	3	6.0tf	95.5	○		
	2	3	〃	60.0	○		
B	1	3	〃	3.6		○	
	2	3	〃	21.4		○	
C	1	3	〃	2.8		○	
	2	3	〃	9.6		○	
D	1	2	3.7	10.1			○
	2	2	〃	13			○
	3	2	〃	24.2			○
E	1	2	〃	54.8	○		
	2	2	〃	55.9	(○)		○
	3	2	〃	94.2	○		
F	1	3	6.0	95.0	○		
	2	3	〃	120.0	○		

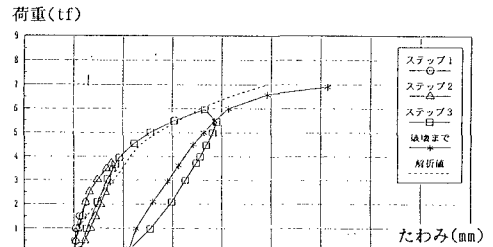


図-4 継手部の開口幅履歴曲線（タイプE 静的）

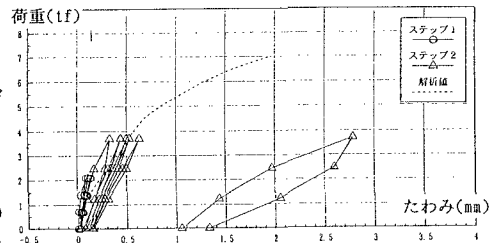


図-5 継手部の開口幅履歴曲線（タイプE）

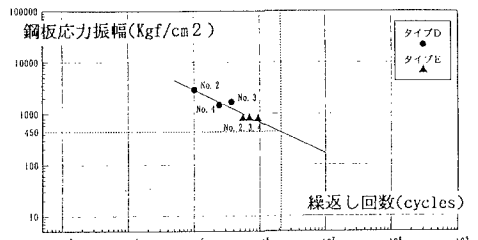


図-6 HTB引張り接合継手のS-N曲線