

橋軸方向継手に引張ボルト接合を用いた鋼・コンクリート合成床版の
静的・疲労性状に関する検討

九州大学大学院 学生員 ○甲斐田 誠
九州大学大学院 学生員 徐 聖卓
九州大学大学院 正会員 日野 伸一
九州大学大学院 フェロー 太田 俊昭

1. はじめに

近年、高耐久性・急速施工などの要求から、橋梁床版に種々の鋼板・コンクリート合成床版が開発されている。しかし、この合成床版形式では、鋼板パネルを敷設後に現場接合が必要なため、施工性と力学的性能を両立する継手構造が求められている。そこで、高力ボルト引張接合に注目し、先に行った梁試験体による静的・疲労試験より継手部の基礎的性能を把握した¹⁾。そこで今回は、実断面に近い床版試験体に対し静的・定点疲労載荷試験を実施し検討した。

2. 試験体概要

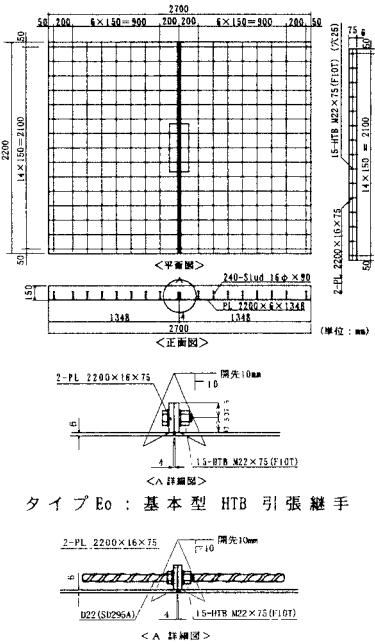
図-1に試験体構造図を示す。試験体は幅 2.2m × 2.7m、床版厚 15cm(疲労 : 12cm)、底鋼板厚 6mm の合成床版試験体である。橋軸方向に分割された底鋼板相互の継手構造としては、高力ボルト引張継手(タイプ Eo)を基本とし、接合端部鋼板の開孔に軸方向鉄筋を挿入して補強した構造(タイプ E1)および比較用の継手なし試験体(タイプ A)の3種類とした。高力ボルトは F10T、M22 を用いてボルト軸力の 75% となる軸力を導入した。

3. 静的載荷試験

支間 2.0m の 2 辺支持で支間中央部に 20cm × 50cm の載荷板を介して載荷した。荷重は 10kN ごとの単調増加載荷とした。

表-1 に試験結果を示す。押抜きせん断耐力の算定値は RC 床版を対象にした松井式²⁾を準用した算定式に基づき求めたものである。破壊形式はいずれも押抜きせん断破壊であった。耐力はタイプ A に比べて E1 が 0.84、Eo が 0.73 であり、補強鉄筋による効果が認められる。また、継手部の有無に関わらず、算定値に比べ実際の押抜きせん断耐力は 20% 程度過大であることを考慮すれば、松井式を準用した算定式で推定可能と考えられる。

継手部の剛性を評価するため回転パネモデルを用いて検討した。検討結果を図-2 に示す。図より、荷重増加にともない剛性が直線的に低下する Eo に比べ、E1 は 500kN まで顕著な低下がなく、初期剛性の 90% 程度を保持することがわかる。



タイプ Eo : 基本型 HTB 引張継手

タイプ E1 : 鉄筋補強型 HTB 引張継手

図-1 試験体構造図

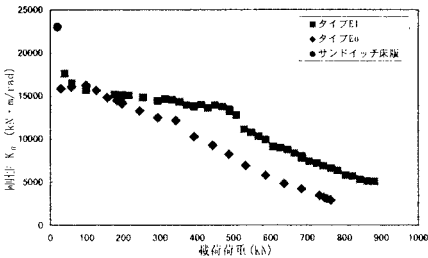


図-2 載荷荷重と剛性の関係曲線

表-1 静的載荷試験結果

供試体	床版		耐力比	
	破壊荷重[Ps] (kN)	押抜きせん断耐力算定値[Pc] (kN)	P _s /P _c	P _s /P _s (A)
タイプA	1048.6	839.3	1.25	1.00
タイプE1	882.0	726.2	1.21	0.84
タイプEo	764.4	611.2	1.25	0.73

4. 定点疲労載荷試験

ステップ1 (9.8 ~ 98.0kN: 繰返し回数 10 万回), ステップ2 (9.8 ~ 196.0kN: 50 万回), ステップ3 (9.8 ~ 294.0kN: 破壊まで) の3段階について, 前述の静的載荷と同様の条件で試験を行った。

表-2 に試験結果, 図-3 に底鋼板の破壊状況を示す。全て底鋼板の疲労破断により破壊した。まず, どのタイプもスタッド溶接部にひび割れが発生し (A: 59 万回, E0: 80 万回, E1: 130 万回), その後, タイプAはスタッド溶接部で発生したひび割れが急速に橋軸方向へ進行し破壊に至った。一方, E0, E1のスタッド溶接部のひび割れは進行せず, 接合線沿いに発生した新たなひび割れが (E0: 110 万回, E1: 150 万回), 徐々に進行し破壊に至った。この違いはスタッド破断後, E0, E1の継手部端部鋼板に応力が再配分されたためと考えられる。

図-4 にたわみ履歴曲線を示す。ステップ2 まではほぼ同様の挙動を示しているが, ステップ3 以降, タイプAは急速なひび割れ進行による剛性低下, E0, E1は荷重再配分による剛性保持が見られ, 特にE1は補強鉄筋による効果により破壊まで高い剛性を保持していることがわかる。

疲労性能評価のために鋼構造物疲労設計指針における疲労設計曲線と比較した結果を図-5 に示す。図よりE1の疲労強度が最も高く, どれもF等級付近に分布しているので, この種の継手性能を満足していることが確認された。

5. まとめ

- (1) 算定値に比べ実際の押抜きせん断耐力が20%程度過大であることを考慮すれば, 松井式を準用した算定式で推定可能である。
- (2) 回転バネモデルを用いて検討した結果, E1は顕著な継手部の剛性低下は見られない。
- (3) タイプAはスタッド溶接部で発生したひび割れが急速に橋軸方向へ進行し破壊に至り, E0, E1は接合線沿いに発生した疲労ひび割れにより破壊に至った。

- (4) 底鋼板の疲労強度は, 鋼構造物疲労設計指針における疲労設計曲線のF等級付近に分布している。

【参考文献】

- 1) 日野伸一, 徐聖卓, 太田俊昭: 引張ボルトを用いた道路橋合成床版の配力鉄筋方向継手とその設計曲げモーメントに関する検討, 構造工学論文集, 2001.3
- 2) 前田幸雄, 松井繁之: 鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力の評価式, 土木学会論文集, 1984.8

表-2 定点疲労載荷試験結果

供試体	載荷ステップ	上限荷重	下限荷重	繰返し回数	破壊形式
タイプA	(1)	98kN	9.8kN	10万回	底鋼板の疲労破断
	(2)	196kN	9.8kN	50万回	
	(3)	294kN	9.8kN	115万回	
タイプE0	(1)	98kN	9.8kN	10万回	底鋼板の疲労破断
	(2)	196kN	9.8kN	50万回	
	(3)	294kN	9.8kN	179万回	
タイプE1	(1)	98kN	9.8kN	10万回	底鋼板の疲労破断
	(2)	196kN	9.8kN	50万回	
	(3)	294kN	9.8kN	300万回	

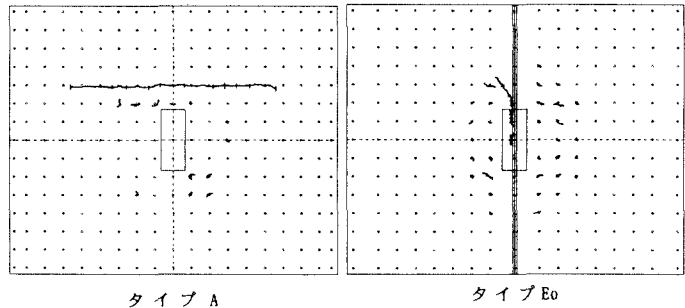


図-3 底鋼板破断状況

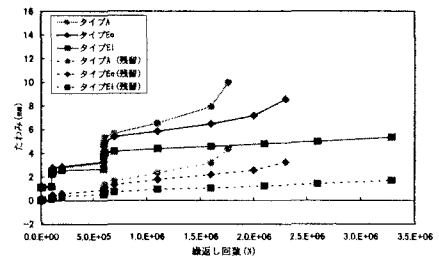


図-4 支点中央部のたわみ履歴曲線

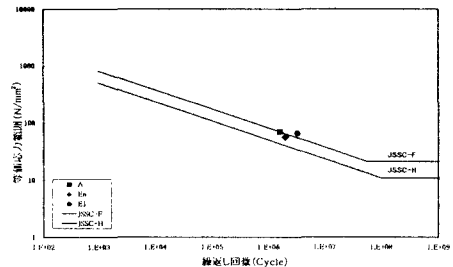


図-5 S-N 曲線