合成床版の鋼板パネルに引張ボルト接合を用いた継手部の強度特性

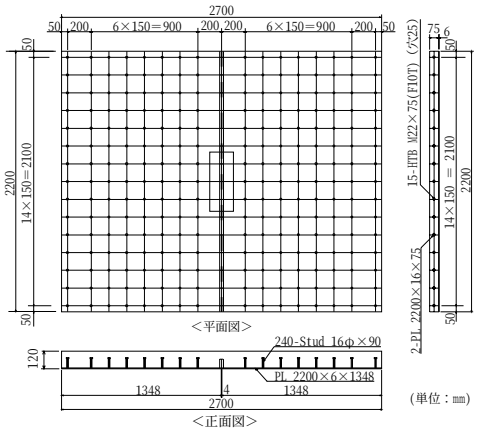
九州大学　正 会 員○徐　聖 卓
九州大学　正 会 員　日野　伸一
九州大学　フェロー　太田　俊昭
九州大学　学生員　甲斐田　誠

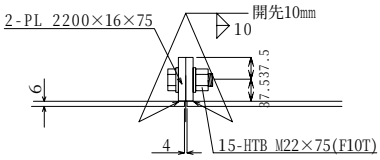
１．まえがき

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，現場施工の省力化，耐久性の向上などの目的から広く適用されている．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となる．そこで本研究は，現場施工の単純化・省力化と設計の合理化を可能とする高力ボルト引張接合を用いた橋軸方向継手構造を提案し，実断面に近い床版試験体に対し，定点疲労載荷試験を実施し検討した[1)]．加えて，引張ボルト接合を用いて，底鋼板の偏心接合に関する強度特性を把握するため，パラメトリック解析を行った．

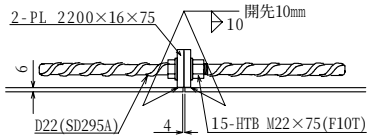
２．実験概要

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．載荷は，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，支間中央部に載荷板を介して行った．





タイプEo：基本型HTB引張継手

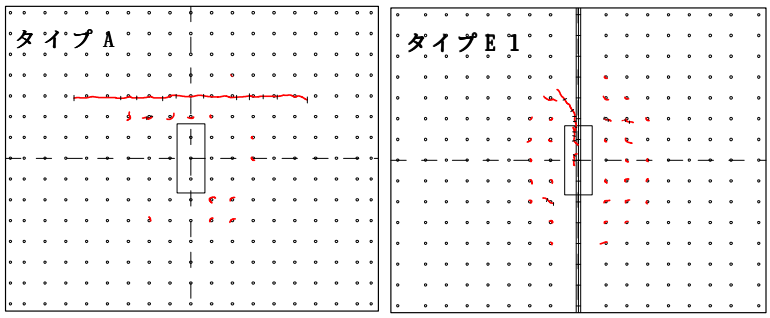


タイプE1：鉄筋補強型HTB引張継手

図－１　試験体構造図

３．実験結果および考察

図－２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，Eo: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，Eo,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（Eo: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，Eo,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．疲労性能評価のために鋼構造物疲労設計指針[2)]における疲労設計曲線と比較した結果を図－３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．



図－２　底鋼板の破壊状況

４．パラメトリック解析概要

高力ボルト引張接合部での継手強度に対しては，てこ反力が大きな影響を与える因子の一つと考えられる．

Key Word: 合成床版，継手構造，高力ボルト引張接合，疲労載荷試験
福岡市東区箱崎6-10-1　九州大学工学研究科都市環境システム工学　TEL:(092)641-3131(8651),Fax:(092)642-3306

そのためてこ反力に影響を与える端部鋼板の厚さ，ボルトの位置，間隔などをパラメータとした弾塑性ＦＥＭ解析を行った．図－４は全体の1/2部分の要素分割図を示す．

端部鋼板のボルトの位置は，ボルトの中心から底鋼板上面までの距離a1およびボルトの中心位置から端部鋼板上端までの距離a2をそれぞれ変化させることによってRb(=a1/a2)の値を約0.72，1.0，1.62とした．また，端部鋼板の厚さをtj=9mm，16mm，22mm，28mm，ボルトの間隔をbs=145mm，217.5mm，290mmと変化させることにより端部鋼板の厚さとボルト間隔の比Rts(=tj/bs)を約0.031～0.19とした．

５．解析結果および考察

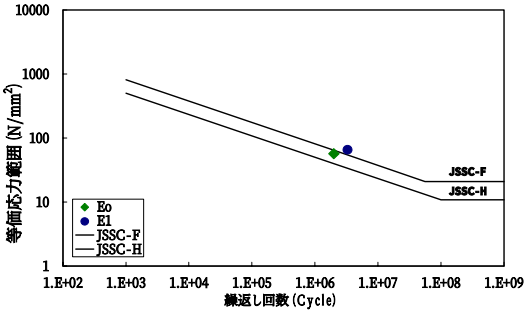
端部鋼板のボルト位置の比（Rb=a1/a2）および端部鋼板の厚さとボルト間隔の比（Rts=tj /bs）がてこ反力，ボルト降伏時の引張荷重（１本当たり）に対してどのように影響したかについて考察を行う．

(1)　端部鋼板のボルト位置の比

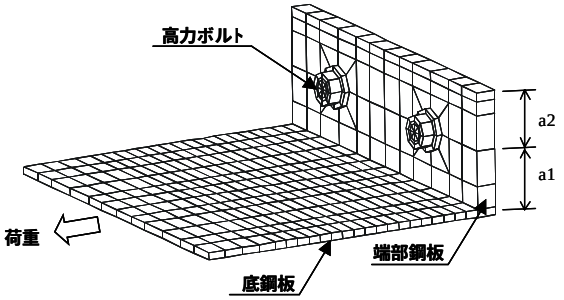
ボルトの位置比によるてこ反力係数を図－５に示す．縁あき距離a2を一定とし，距離a1を変化させた時の接合部の耐力変化を考慮すれば，距離a1が小さくなるほどてこ反力は小さくなる．逆に，距離a1を一定とし距離a2を変化させた時の接合部の耐力変化は，距離a2が大きくなるほどてこ反力は小さくなる．したがって，距離a1は，ボルトの締め付け作業に支障をきたさない範囲で小さく，縁あき距離a2を距離a1と同じにすることが望ましい．

(2)　端部鋼板の厚さとボルト間隔の比

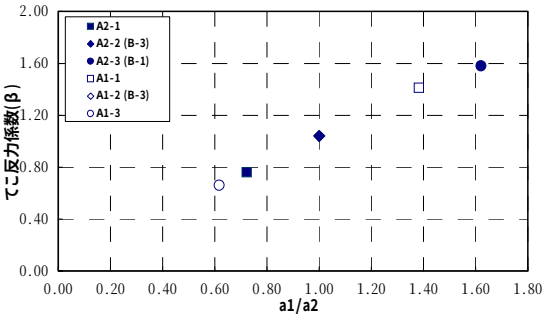
図－６にボルト降伏時の引張荷重と端部鋼板の厚さとボルト間隔の比を示す．図より，ボルトの間隔が小さくなるほど，また端部鋼板厚が大きくなるほど，ボルト１本当たり降伏時引張荷重が大きくなる．しかし，端部鋼板厚が16mm以上になるとボルトの間隔に関わらず曲線の傾きがゆるやかになっていることから，ある程度の剛性を持つ経済的な設計のため端部鋼板厚は16mmが望ましい．



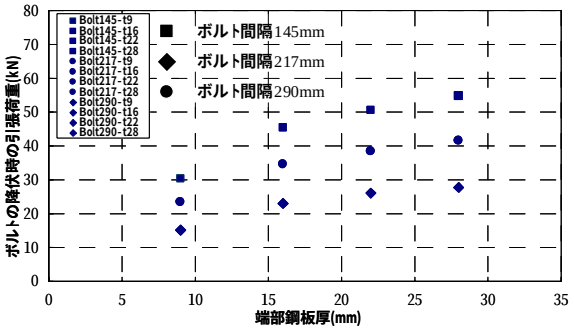
図－３　引張接合継手のＳ－Ｎ曲線



図－４　解析モデル



図－５　ボルトの位置比とてこ反力係数の関係



図－６　ボルトの降伏荷重とボルト間隔・端部鋼板厚関係

６．まとめ

(1) 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，Eo，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．

(2) 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．

(3) パラメトリック解析の結果，距離a1は，ボルトの締め付け作業に支障をきたさない範囲で小さく，縁あき距離a2を距離a1と同じにすることが望ましい．

【参考文献】

1) 甲斐田誠，日野伸一，太田俊昭：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，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，2002.3

2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993年