合成床版における継手構造の疲労性状に関する研究

山口大学大学院　学生会員　○大森　健太
三井造船（株）　正会員　浅野　浩一
山口大学工学部　正会員　浜田　純夫

1.　はじめに

近年，公共事業における建設コスト縮減に伴い，工期短縮や現場作業の効率化，より合理的な構造の開発が求められている．それらを背景に，鋼とコンクリートの合成構造が着目され，「連続合成合理化桁+合成床版」の合理化橋梁が採用されつつある．連続合成桁に合成床版を採用する場合の課題として，負曲げ区間の底鋼板パネル継手部における応力伝達方法が挙げられ，合理的かつ疲労耐久性に優れた継手構造の開発が望まれている．そこで本研究では，従来使用されている底鋼板を不連続としたループ継手筋による継手構造，底鋼板の応力伝達を考えた HTB による継手構造（1 列タイプおよび 2 列タイプ）を有した鋼・コンクリート合成床版の継手部に着目した定点疲労試験，および移動輪荷重疲労試験を行い，その疲労耐久性を検討した．

写真-1　継手構造

2.　試験概要

2.1 試験方法

（1）定点疲労試験

試験体寸法は幅 750mm，長さ 3000mm，厚さ 260mm（床版支間 6000mm を想定），継手構造の異なる全 3 体とし，スタッドを用いたもの，HTB を 1 列，2 列配したものとした（**写真-1** 参照）．橋軸方向 2700mm で 2 辺単純支持し，載荷位置は試験体中央，載荷治具を介しての 2 点載荷とした．載荷荷重は，床版支間 6000mm の配力筋方向の設計曲げモーメントを発生させる荷重とし，初期載荷を 5kN，荷重振幅を 5~79.2kN とし，目標繰返し回数は 200 万回とした．また目標繰返し回数 200 万回に達した試験体については，漸進繰返し載荷による残存耐荷力確認試験を行った．

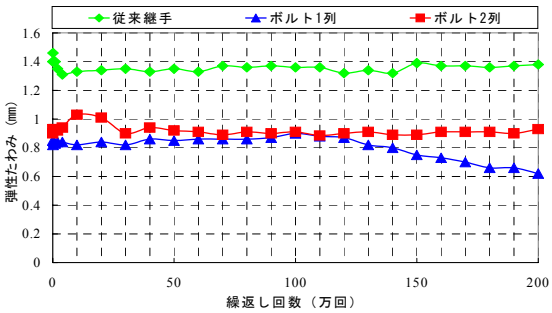

図-1　繰返し回数と中央たわみの関係

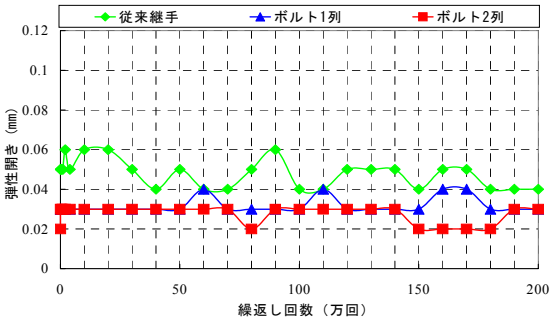

図-2　繰返し回数と底鋼板開きの関係

（2）移動輪荷重疲労試験

試験体寸法は幅 3300mm，長さ 4300mm，床版支間は 6000mm（長支間）の 1/2 寸法モデルで 3000mm とし，2 辺単純支持とした．床版厚は床版支間 6000mm の最小床版厚を採用すると 260mm の 1/2 で 130mm であるが，試験体製作上の制約から 150mm とした．試験体に継手位置を 2 箇所設け，それぞれボルト 1 列，2 列とした．載荷荷重は，せん断相似則の関係から実寸モデルの 1/3 とし，階段載荷法を採用し，52kN から最大 147kN，走行回数 64 万回まで行った（**図-4** 参照）．なお，各荷重ステップにおいて静的載荷試験を実施している．

キーワード：床版，合成床版，ボルト継手，疲労
連絡先：〒755-8611　山口県宇部市常盤台 2-16-1　TEL：0836-85-9349

2.2 試験結果および考察

(1) 定点疲労試験

全ての試験体において目標繰返し回数200万回に達したが，疲労破壊には至らなかった．

図-1 に繰返し回数と弾性たわみの関係を示す．全ての試験体において，繰返し回数 200 万回後も弾性たわみには大きな変化はみられず，試験体の剛性は保たれていると考えられる．また，従来継手とボルト継手のたわみ量を比較すると，底鋼板が連続しているとした場合の計算結果 0.8mm に対し，従来継手が約 1.4mm，ボルト継手では約 0.9mm となった．これにより，従来継手と比較してボルト継手は，剛性が高いことが確認でき，曲げに対する抵抗や，疲労耐久性に対して有利であることがわかった．

図-2 に繰返し回数と底鋼板開きの関係を示す．繰返し回数 200 万回後も底鋼板の開きには大きな変化はみられず，継手部に変状が生じていないことがわかる．

図-3 に残存試験によるたわみと荷重の関係を示し，**表-1** に終局耐荷力の結果と設計値を示す．終局耐荷力はボルト 2 列が最も耐荷力を有していた．また，全ての試験体において終局耐荷力は設計値を大きく上回り，従来継手で約 2.6 倍，ボルト 1 列で約 2.3 倍，ボルト 2 列で約 1.3 倍の終局耐荷力となった．ただし，設計値はコンクリートの圧縮強度σ_{ck}=30N/mm^{2}を用いたが，材料試験結果ではσ_{ck}=47.2N/mm^{2}を有していた．

(2) 移動輪荷重疲労試験

載荷荷重 147kN，走行回数 64 万回まで階段載荷を行ったが，試験体は破壊に至らなかったため走行回数 64 万回で打ち切りとした．試験体に急激なたわみやひずみの変化はみられなかった．

図-4 に走行回数と弾性たわみの関係を示す．走行回数 64 万回後，弾性たわみは試験体中央において 3.2mm，ボルト 1 列・2 列は共に約 2.5mm となり，いずれも大きな変曲点はみられず，試験体の剛性は十分に保たれていることがわかった．

図-5 に走行回数と開きの関係を示す．走行回数 64 万回後も，ボルト 1 列･2 列共に大きな開きはなく比較的小さな値となった．これにより，走行回数 64 万回後も試験体継手部の機能は十分に保たれていることがわかった．

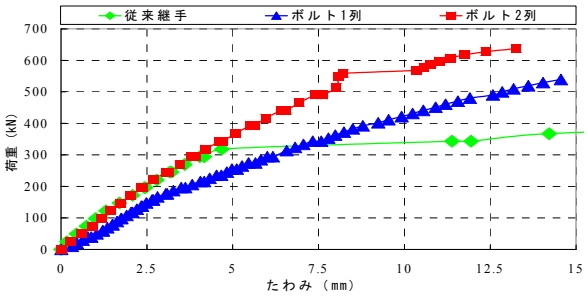

図-3　たわみと荷重の関係

表-1　終局耐荷力

試験体	繰返し回数	終局耐荷力 (kN)	設計値 (kN)
従来継手	200万回	573.3	216.8
ボルト1列	200万回	429.2	189.3
ボルト2列	200万回	640.9	508.6

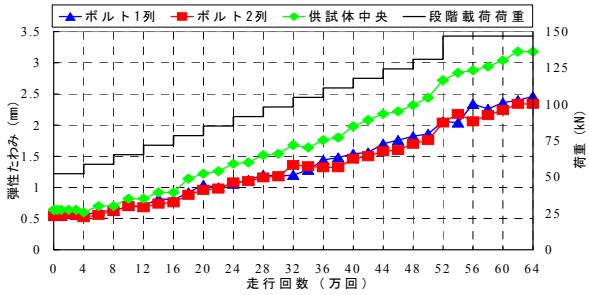

図-4　走行回数とたわみの関係

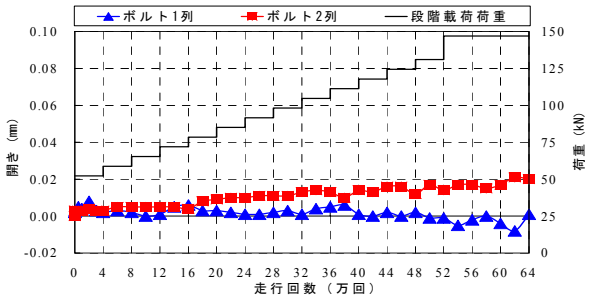

図-5　走行回数と開きの関係

3.　まとめ

合成床版継手構造の疲労耐久性を確認するために定点疲労試験，ならびに移動輪荷重疲労試験を行った．

(1) 定点疲労試験では，繰返し回数 200 万回後も剛性の変状は見られず，いずれの継手形式においても継手部のすべり等は見受けられなかった．

(2) 定点疲労試験後の残存耐荷力試験では，いずれの継手形式においても終局耐力は設計値を上回った．

(3) 移動輪荷重疲労試験では，走行回数 64 万回後もたわみやひずみに大きな変化はみられず剛性を保っていた．

以上の結果より，HTB による継手構造を有する鋼・コンクリート剛性床版の優れた疲労耐久性が確認された．