

第 I 部門

みぞ形鋼をすみ肉溶接した鋼板の接合部疲労強度

近畿大学

正会員 ○東山 浩士

近畿大学

近藤 祐介

近畿大学

谷川 博紀

名古屋大学大学院

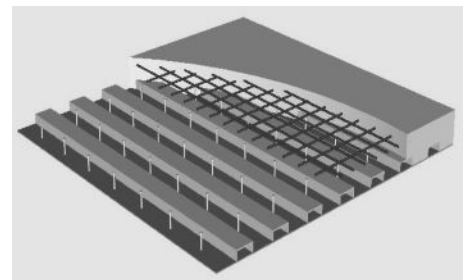
正会員 石川 敏之

神戸市立工業高等専門学校

正会員 上中宏二郎

1. はじめに

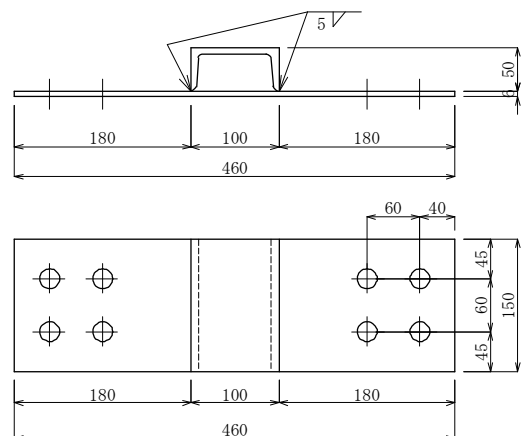
道路橋床版の高耐久性，経済性，施工性などの観点から，種々の鋼板・コンクリート合成床版（以下，合成床版）が研究開発されている．一般に，合成床版は底鋼板，各種ずれ止め，鉄筋コンクリートから構成されていることから RC 床版に比べて耐荷力や耐久性に優れ，最小床版厚が小さいなどの特徴を有している．著者らは，合成床版の軽量化を目的に，みぞ形鋼を底鋼板にすみ肉溶接した合成床版（図－1）に関する研究を行ってきた¹⁾．しかし，合成床版はいくつかの鋼部材を溶接してその基本構造が構築されている．それゆえ，道路橋床版への適用にあたっては鋼部材の疲労に対する安全性の確認が必要である．そこで本研究では，合成床版の疲労設計に供するための基本データを収集することを目的に，みぞ形鋼をすみ肉溶接した底鋼板の引張疲労試験を実施し，接合部の疲労強度について検討した．



図－1 合成床版

2. 試験体および試験方法

試験体の形状と寸法の一例を図－2に示す．試験体幅は，油圧サーボ式疲労試験機の載荷能力（200kN）から，150mmと100mmの2種類とした．ただし，幅100mmの試験体は幅150mmの試験体の両側25mmを切断して作製している．みぞ形鋼は試験体中央にすみ肉溶接（サイズ5mm）し，試験体の側面は，溶接の返しの影響を除くために機械仕上げを行った．底鋼板には厚さ6mmのSM490A材，みぞ形鋼には100×50×5×5.5mmのSS400材を使用した．底鋼板およびみぞ形鋼の機



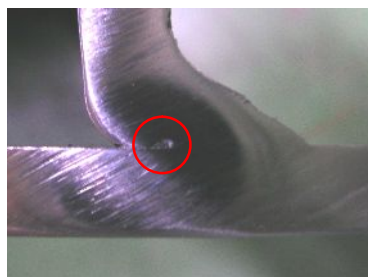
図－2 試験体の形状と寸法

表－1 鋼材の機械的性質

鋼材	降伏応力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	伸び (%)
底鋼板	448	524	210	21
みぞ形鋼	321	471	—	33

械的性質を表－1に示す．なお，図－3に示すように，みぞ形鋼と底鋼板のすみ肉溶接は溶け込ませていない．

静的試験には幅150mmの試験体を1体，疲労試験には幅150mmの試験体を3体と幅100mmの試験体を8体用いた．引張試験状況を図－4に示す．試験体は，試験機のチャック幅の関係から，チャックに取り付けた添接板に高力ボルトを用いて取り付けた．载荷は，载荷速度5Hz，応力比0.05の一定振幅正弦波とした．



図－3 接合部



図－4 引張試験状況

3. 試験結果と考察

3. 1 静的試験結果

幅 150mm の試験体に対して、載荷荷重 150kN までの静的載荷を行った。図-5 に載荷荷重 150kN 時の試験値および有限要素解析プログラム Marc による 2 次元平面ひずみ解析による応力分布を示す。なお、図-5 は、載荷荷重を底鋼板の面積で除した公称応力で無次元化している。底鋼板上下面における実験値は解析値とよく一致していることが分かる。また、みぞ形鋼上面では付加曲げの影響による圧縮応力が僅かながら発生しており、FEM 解析による底鋼板上下面の応力分布にもその影響が見られる。FEM 解析では溶接止端部およびみぞ形鋼フランジ先端部において応力集中が見られ、0.1mm のメッシュサイズに対して、溶接止端部は 2.27 倍、みぞ形鋼フランジ先端部は 2.34 倍であった。

3. 2 疲労試験結果

疲労試験結果を表-2 に示す。試験体 No.150-3 は 300 万回、試験体 No.100-8 は 500 万回まで載荷したが疲労破断しなかったため、試験を中止した。疲労き裂は、図-6 に示すように、全ての試験体において溶接ルート部から発生・進展して破断に至っている。これは、FEM 解析結果からも分かるように、みぞ形鋼フランジ先端部の応力集中が僅かながら大きいことに加え、みぞ形鋼と底鋼板の溶接の溶け込みがないため応力集中がさらに大きくなったためと考える。



図-6 疲労破断

公称応力でまとめた応力範囲と疲労破断回数を JSSC 疲労設計指針²⁾の疲労強度曲線とともに図-7 に示す。この結果から、本構造の疲労強度は C 等級を満足していることが分かった。

4. まとめ

軽量化を目的としてみぞ形鋼を底鋼板にすみ肉溶接した合成床版の鋼部材の疲労強度について引張疲労試験を行った結果、みぞ形鋼フランジ先端部から疲労き裂が発生・進展した。また、疲労強度は JSSC 疲労設計指針の C 等級を満足することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 東山浩士, 上中宏二郎, 石川敏之, 有馬博人: 軽量化した鋼・コンクリート合成部材のせん断耐力, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, pp.1333-1338, 2007.6.
- 2) 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993.

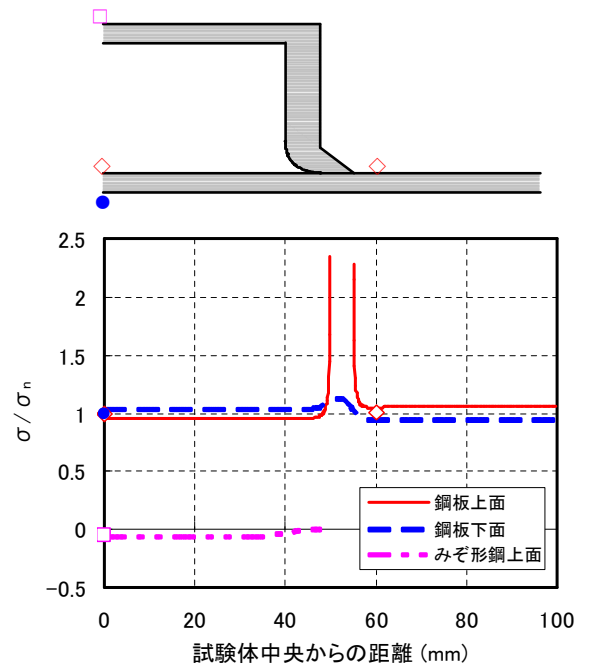


図-5 応力分布

表-2 疲労試験結果

試験体	最大応力 (N/mm ²)	最小応力 (N/mm ²)	応力振幅 (N/mm ²)	破断回数
No.150-1	172.0	8.6	163.4	1,984,648
No.150-2	159.7	8.0	151.7	1,807,526
No.150-3	149.1	7.5	141.7	3,000,000 *
No.100-1	262.7	13.1	249.5	367,897
No.100-2	226.3	11.3	215.0	445,635
No.100-3	223.1	11.2	212.0	525,310
No.100-4	218.3	10.9	207.4	494,277
No.100-5	207.9	10.4	197.5	945,093
No.100-6	195.9	9.8	186.1	716,130
No.100-7	187.4	9.4	178.0	956,112
No.100-8	169.1	8.5	160.6	5,000,000 *

* 非破壊

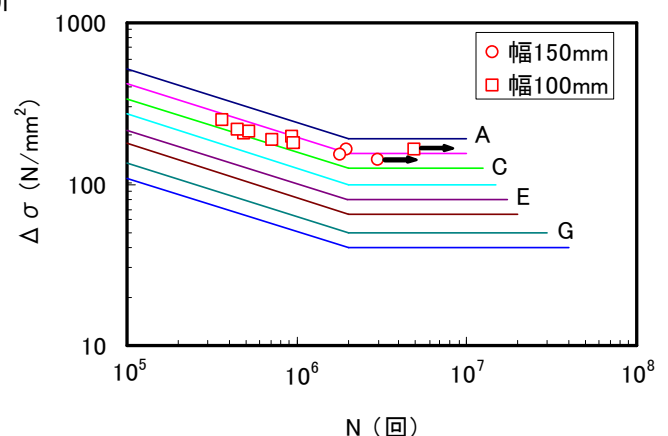


図-7 S-N 曲線