

大阪大学大学院 正 員 大倉 一郎 大阪大学大学院 学生員 鳴尾 亮
大阪大学工学部 学生員 〇田中 伸彦 石川島播磨重工業 (株) 正 員 戸田 均
日本軽金属 (株) 萩澤 亘保

1. はじめに

これまで、アルミニウムで床版を作製することが検討されてきたが¹⁾、従来の溶接法では溶接部の強度低下が著しく、アルミニウムで床版を作製する際のネックになっていた。今回、イギリスの溶接研究所 (TWI) によって開発された、摩擦撹拌接合²⁾を用いて、アルミニウム押出型材を接合することにより床版を作製した。このアルミニウム床版の疲労試験を行い、その疲労特性を明らかにした。

2. 試験体

押出し型材の断面を図1に示す。図2に示すように、図1の押出し型材の上下フランジを摩擦撹拌接合で連結することにより、図3に示す試験体を作製した。試験体の材質は6N01-T5である。試験体の母材と摩擦撹拌接合部の材料特性を表1に示す。

表1 材料特性

	ヤング率	ポアソン比	0.2%耐力	引張強さ
母材	70.5 GPa	0.31	245.7 MPa	269.9 MPa
FSW	69.3 GPa	0.33	111.2 MPa	216.8 MPa

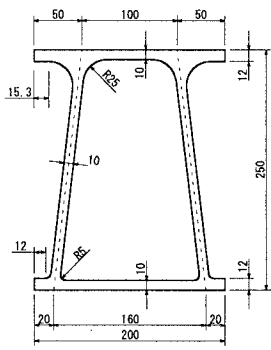


図1 押出し型材の断面

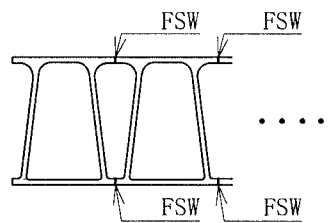


図2 摩擦撹拌接合による製作

3. 静的試験

荷重の載荷状況を図4に示す。鋼桁上の丸鋼の上に床版を載せた。支持点間隔は200cmである。荷重は橋軸直角方向50cm×橋軸方向20cmの領域に厚さ1.5cmの硬質ゴムを介して与えた。

1tfに対する橋軸方向ひずみと橋軸直角方向ひずみの影響線を図5に示す。これは床版の中央付近のウェブと下フランジの交差部のものである。荷重の移動に対して、橋軸直角方向ひずみは正負交番しないが、橋軸方向ひずみは正負交番する。

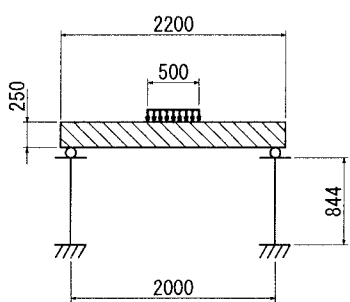


図4 荷重の載荷状況

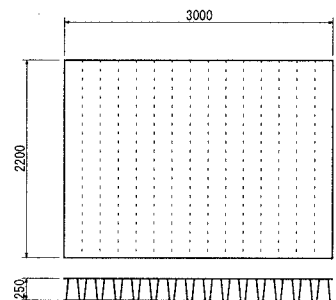
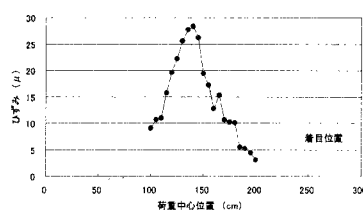
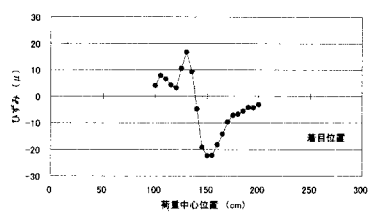


図3 試験体



(a) 橋軸直角方向



(b) 橋軸方向

図5 ひずみ影響線

4. 疲労試験

疲労試験の荷重載荷位置を図 6 に示す。疲労試験ケース 1 では摩擦撓拌接合がないセル上、疲労試験ケース 2,3 では摩擦撓拌接合が存在するセル上に載荷している。疲労試験の荷重条件を表 2 に示す。

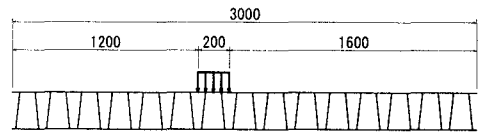
疲労試験ケース 1 では、ひずみ範囲およびたわみ範囲に変化がみられず、疲労亀裂も発見されなかったため、繰返し回数 200.0 万回で疲労試験を終えた。

疲労試験ケース 2 では、繰返し回数 100.0 万回で上フランジの摩擦撓拌接合線上のひずみ範囲が変化した。たわみ範囲に変化はみられず、疲労亀裂も発見されなかったため、繰返し回数 200.0 万回で疲労試験を終えた。

疲労試験ケース 3 では、疲労試験ケース 2 と同じ載荷位置で荷重範囲を 22.4tf に上げて疲労試験を行った。この荷重範囲は次の考えによって決定した。静的試験において荷重が移動することで、橋軸方向ひずみの正負交番が発生することがわかった。この現象を定点載荷の疲労試験で実現するため、圧縮ひずみに対応する荷重を引張りひずみに対応する荷重に加算することにした。BS8118³⁾では、ひずみ範囲に引張りひずみと圧縮ひずみが存在する場合、圧縮ひずみはその大きさの 0.4 倍ほど減じてよいとなっている。そこで荷重範囲は 14tf に $0.6 \times 14\text{tf}$ を加算し、22.4tf とした。

繰返し回数 10.0 万回で摩擦撓拌接合線上のひずみ範囲に変化があった。100.0 万回で荷重直下の、上フランジ上面の摩擦撓拌接合線に沿って疲労亀裂を発見した。上フランジ上面に塗布した染色浸透探傷剤が上フランジ下面に現れたので、疲労亀裂は既に貫通亀裂になっていた。疲労亀裂の発生位置と長さを図 7 に示す。たわみ範囲に変化がみられなかったため、繰返し回数 200.0 万回で疲労試験を終えた。

疲労試験ケース 1



疲労試験ケース 2, 3

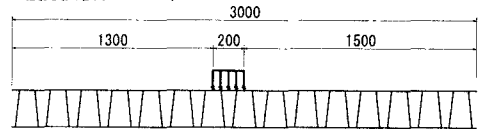
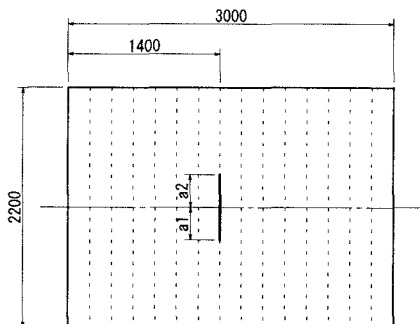


図 6 荷重載荷位置

表 2 疲労試験の荷重条件

	P_{min}	P_{max}	ΔP
ケース1	5.0tf	19.0tf	14.0tf
ケース2	5.0tf	19.0tf	14.0tf
ケース3	5.0tf	27.4tf	22.4tf



繰返し回数 (万回)	亀裂長さ a_1 (cm)	亀裂長さ a_2 (cm)
100.0	28.4	19.6
127.8	29.4	19.6
137.6	29.4	19.6
166.7	36.0	19.6
187.5	36.0	21.0

図 7 疲労亀裂の状況

5. まとめ

アルミニウム床版は荷重の移動に対して、橋軸直角方向ひずみは正負交番しないが、橋軸方向ひずみは正負交番する。今後、疲労亀裂が摩擦撓拌接合線に沿って発生した原因を究明する必要がある。

[参考文献]

- 1) アルミニウム連盟：公共土木資材のアルミニウム化による社会資本の長寿命化に関する調査研究報告書，1997 年 3 月。
- 2) 特許番号第 2792233 号。
- 3) British Standard: Structural Use of Aluminum, BS 8118, Part 1, 1991.