

道路橋用アルミニウム床版の移動載荷疲労試験

日本軽金属(株) 正会員 ○長尾 隆史
 日本軽金属(株) 正会員 萩澤 亘保
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

アルミニウム床版はコンクリート床版および鋼床版と比較して軽量であり、死荷重の低減により下部構造への負担軽減や地震荷重の低減などが期待できる。さらに、耐食性の良さから再塗装が困難な場所や海浜地区における架橋にも有利である。アルミニウム床版は疲労耐久性に優れていると考えられるが、これまでに移動載荷疲労試験による検証はなされていない。本研究では実物大のアルミニウム床版の静的載荷試験および移動載荷疲労試験を行い、同床版の疲労耐久性を検証した。

2. 試験体

図-1 にアルミニウム床版の全体図、図-2 に床版と鋼桁の取り合いを示す。アルミニウム床版に使用した材料はアルミニウム合金 A6061S-T6、床版の大きさは橋軸方向 7050mm、橋軸直角方向 3000mm、床版支間は2500mmである。アルミニウム床版は押出型材で構成される。4本の押出型材が摩擦攪拌接合(FSW)によって接合されて床版の1ユニットとなる。ユニット間の接合は添接板を介して高力ボルトにより接合される。高力ボルトには電食防止のためフッ素樹脂コートが施されたものを使用した。床版と鋼桁の連結は、鋼桁に溶接されたスタッドを床版型材の下フランジに開けた穴から中空部に挿入し、中空部に無収縮モルタルを充填することにより行った。

3. 試験概要

本試験機の走行載荷ユニットは、実際のトラックタイヤ4本をダブルタイヤにしてタンデム軸配置にしたもので、後ろ二軸の大型トラックの片側に相当するタイヤ配置である。二軸の間隔は1400mm、往復距離は3000mmである。図-1において、載荷装置がN回往復すると、左右1400mmの走行範囲では2N回、中央部1600mmの走行範囲では4N回の繰り返しの輪荷重を受ける。輪荷重は衝撃係数0.4を考慮して69kNとし、二軸合計で138kNを載荷した。タイヤの空気圧は800kPaとした。

疲労試験前後の静的載荷試験および移動載荷疲労試験において、床版各部、スタッドおよびモルタルのひずみや下フランジのたわみなどを測定した。静的載荷試験では、橋軸方向に載荷位置を移動させ、影響線載荷を実施した。移動載荷疲労試験では、定期的なひずみの動的計測と目視検査を行い、変状の有無を調査した。

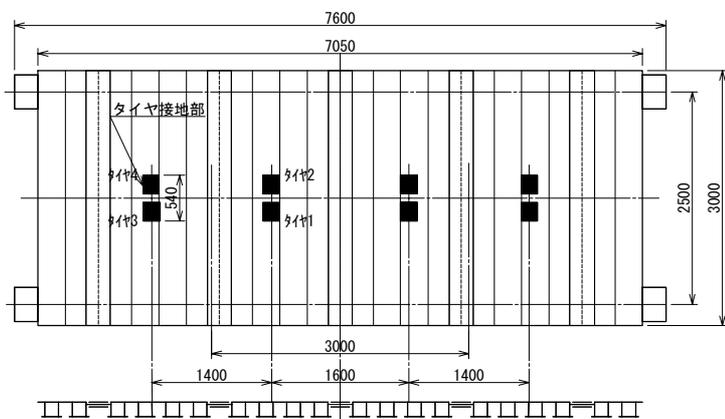


図-1 アルミニウム床版試験体

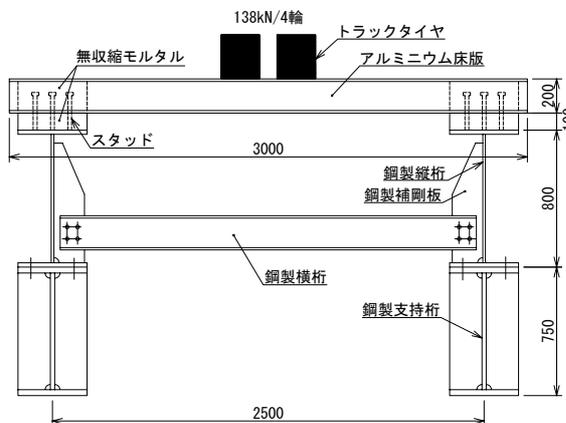


図-2 アルミニウム床版と鋼桁

キーワード アルミニウム床版, 疲労, 移動載荷疲労試験

連絡先 〒421-3291 静岡県静岡市清水区蒲原 1-34-1 日本軽金属(株) グループ技術センター TEL 054-385-5196

4. 試験結果

4.1 静的载荷試験

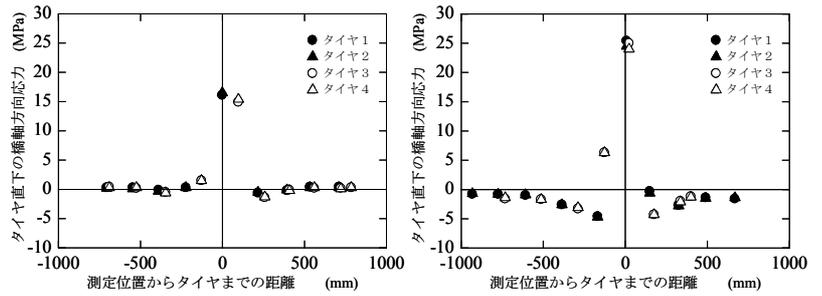
図-3に、下添接板の下面およびFSW部の下面における、疲労試験前の橋軸方向応力の影響線の測定結果を示す。各プロットは、図-1に示す4本のタイヤによる測定結果を表す。図-3に示すように、タイヤが着目点に近づくと着目点では低い圧縮応力が生じ、タイヤが着目点の直上に乗ると引張応力に転じる。表-1に、疲労試験前後の応力とたわみの測定結果を示す。試験前と比較して、試験後の下添接板下面の橋軸方向応力、および下フランジ下面の橋軸直角方向応力とたわみが増加している。図-4に、下フランジ下面とFSW部下面の応力範囲と設計S-N曲線¹⁾の関係を示す。両設計S-N曲線における疲労限度は79MPaであり、測定された応力範囲はその1/2より低い。

4.2 移動载荷疲労試験

図-5に、疲労試験状況を示す。試験終了時の往復回数は121.7万回で、図-1の中央部1600mmの走行範囲での繰返し回数は486.8万回である。定期的実施された動的計測によるFSW部の応力範囲に変化は見られず、下添接板の応力範囲は18MPaから22MPaとわずかな増加に留まった。スタッドに発生する応力範囲は往復回数の増加に伴い漸増する傾向にあったが、10~20MPa程度の範囲を推移した。約22600往復ごとに行なった目視検査では、FSW部の疲労き裂の発生および床版上面に異常は認められなかった。

5. 結論

実物大のアルミニウム床版の疲労耐久性を検証した。影響線測定の結果、アルミニウム床版のFSW部および下添接板における応力範囲は設計S-N曲線の疲労限度の1/2より低かった。载荷荷重138kNで121.7万回往復(中央部では486.8万回の繰返し载荷)の移動载荷疲労試験の結果、アルミニウム床版に疲労き裂の発生は認められなかった。

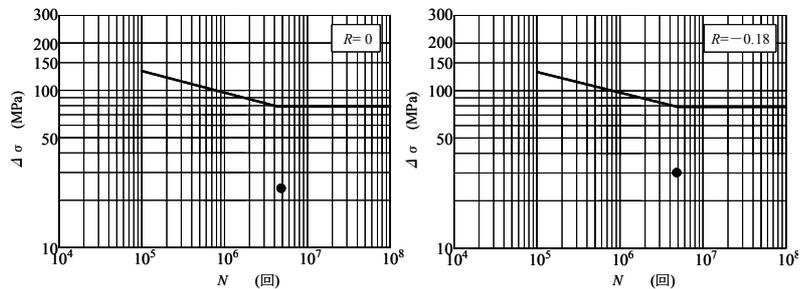


(a)下添接板の下面 (b)FSW部の下面

図-3 影響線(疲労試験前)

表-1 疲労試験前後の応力とたわみの測定結果

測定位置	下添接板下面 橋軸方向		下フランジ下面 橋軸直角方向		FSW部下面 橋軸方向	
	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
最大応力 σ_{max} (MPa)	16.5	20.6	23.7	27.1	25.4	25.9
最小応力 σ_{min} (MPa)	-1.3	-0.5	0.0	0.0	-4.6	-3.1
応力範囲 $\Delta\sigma$ (MPa)	17.8	21.1	23.7	27.1	30.0	29.0
応力比 R	-0.08	-0.02	0	0	-0.18	-0.12
たわみ δ (mm)	—	—	1.32	1.63	0.08	0.09



(a)下フランジの下面 (b)FSW部の下面

図-4 S-N曲線と発生応力の関係

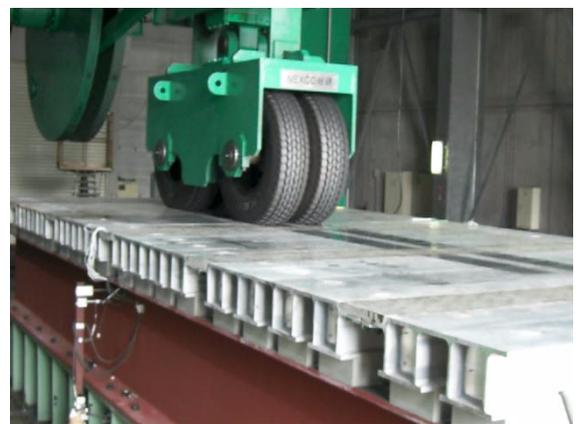


図-5 疲労試験状況

参考文献 1)大倉一郎, 牧山大祐, 萩澤亘保: アルミニウム合金 A6005C-T5 の母材と摩擦攪拌接合部の設計 S-N 曲線, ALST 研究レポート, No.6, 2009.