

アルミニウム合金製自由通路の設計・製作・施工

○ 九州旅客鉄道(株) 正 角 雄一郎
 唐津市 中野 秀樹
 ジェイアール九州コンサルタンツ(株) 正 庄野 隆則
 (株)住軽日軽エンジニアリング 正 山口 進吾

1. はじめに

アルミニウム合金は、軽量で耐食性に優れており、リサイクルが可能などの特性を有しているため、社会資本維持や循環型社会の形成といった観点から L.C.C (ライフサイクルコスト) の低減や L.C.A (ライフサイクルアセスメント) の条件に適合した材料として着目されるようになってきた。しかし、国内での土木構造物にアルミニウム合金材料(以下アルミ合金)を使用した実績例は少ない。

今回、JR 線路 7 線を跨ぐ市道西唐津駅二太子線自由通路(以下本跨線橋)にアルミ合金を採用したので報告する。

2. 設計

2. 1 設計仕様

本跨線橋の基本寸法は表 1 に示すとおりである。

本橋、支柱の設計荷重は立体横断施設技術基準、道路橋示方書、乗換え跨線橋設計指針に基づき、シェルターについては建築基準法に準拠した。

また、材料の基準強度はアルミニウム合金土木構造物設計・施工指針(一次案)および道路橋示方書に準拠し(表 2)、アルミ合金と鋼材に対する安全率および設計許容応力は先に示した指針、示方書に基づいた。

2. 2 材質、構造

本跨線橋の上部構造は支柱、橋梁、階段、およびシェルターから構成されている。橋梁主桁は輸送制限寸法、景観から二箱桁断面とし、軌道内に架線が多く中間支柱の設置が困難なため単純支持桁とした。主桁と階段接続部は独立に移動可能な構造とし、二方向の変位が可能な伸縮継手を設け温度伸縮、地震に対応できるものとした。支承にはゴム沓を使用した。

アルミ合金は耐食性に優れ維持管理が容易でランニングコストが削減できること、軽量である(鋼製の約 1/2)ため架設が容易で施工時間が短縮できること、下部工への負担を減少するとともに地震に対して有効である等の理由により、軌道内にある主桁、シェルターの全てにアルミ合金を採用した(図 1)。

なお、階段、支柱はメンテナンスが容易であるため鋼製とした。

3. 製作

主桁は補剛材と一体となった押出型材を接合してパネルとした後これらを組立てボックスとした。左右の主桁は各々 9 個のユニットボックスを製作し、3 個のユニットを接合してブロックとした。なお、工場でのパネル製作には、施工の効率化と品質確保のために摩擦攪拌接合(以下 FSW)を採用した(図 2、図 3)。表 3 に母材、FEW 接合部、MIG 溶接部の機械的性質を、図 4 にこれらの疲労強度を示す。FSW は溶加材やシールドガスを必要とせず機械的に施工されるため溶接技術者の技量に依存することが無い等の利点があ

表 1 数量、寸法

型式	数量	単純支持桁橋
本橋	1 橋	49.7m
橋長		39.7m
支間		4.0m
有効幅員		2 基
階段部	数量	アルミ集成パネル
シェルター		

表 2 基準強度

部位	材質	基準強度 (N/mm ²)			
		母材		溶接部	
		引張強さ	耐力	引張強さ	耐力
本橋部		σ_{ts}	σ_{ty}	σ_{ts}	σ_{ty}
主桁	6N01S-T5	225	176	167	98
主桁、隔壁	5083P-O	274	118	274	118
シェルター	6063S-T5	157	108	118	59
階段	SM400A	400	235	400	235
橋脚	STK400	400	235	400	235



図 1 全景

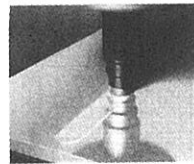


図 2 FSW

り、接合部強度、疲労強度においても優位性が確認できた。

FSW 接合部の品質管理については、施工試験によって実際に製作された最初のパネルの初回品検査（機械試験、断面マクロ、超音波探傷、放射線透過試験、浸透探傷）と、その後の製品の量産品検査（超音波探傷）を実施した。溶融溶接（TIG, MIG）については基準に準拠して検査を実施した。

4. 施工

6 個の主桁ブロックは各々 30 t トレラーで現場へ輸送し、地組立ての後溶接接合した。軌道外の重機位置から支間中央までの作業半径は 25m、左右の桁を一体に連結した本体の吊荷重が約 41.7 t のため 400 t 油圧クレーンで架設した。この結果、短時間に効率よく施工できた。

シェルターの屋根、壁は工場でユニットに組立てたものを搬入し、ステージングに設置した移動架台上で柱、屋根、壁を組立て順次送出した。

全体の組立てが完了した時点でジャッキダウンし桁本体に固定した（図 6、図 7）。

工場仮組立検査、現場地組および架設完了時のキャンパーの測定値は図 5 に示すとおりであり、設計値を満足できた。

5. 振動数、減衰定数

現場地組の状態では人為的に加振して測定した（図 8）。単純支持梁としての一次固有振動数の計算結果 2.56Hz に対して測定結果は 2.92Hz で良く合っている。また、立体横断施設技術基準に規定されている歩道橋として避けるべき振動数（1.5～2.3Hz）も満足している。なお、既存の歩道橋（鋼構造、鋼コンクリート構造）の一次固有振動数は $f = L/100$ （ f ：振動数 Hz、 L ：支間 m）で近似されるが、アルミニウム合金製跨線橋も既存のものと同等の固有振動数を有することが分かった（図 9）。

本跨線橋の減衰定数は 1.6% であり、既存の歩道橋の測定結果は鋼構造で 0.5%、鋼コンクリート剛性構造で 0.6% となっている。箱桁構造で剛性が大きくなっていることもあるが、既存歩道橋と同等以上の減衰定数を有している。完成時にはシェルターが設置されるためより以上の減衰定数の増加が予想される。

7. 結び

アルミ合金を採用することで軽量化でき架設が容易に短時間でできた。

振動数、減衰定数も既存の歩道橋と同程度の性能を発揮することがわかった。

製作においては FSW の採用により、品質と強度が確保された。L.C.C の低減については今後の経過を待たなければならないが、効果を発揮するものと期待される。

最後になりましたが関係各位のご支援、ご指導に感謝致します。



図 3 断面マクロ

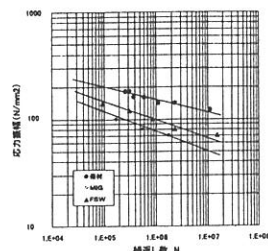


図 4 疲労強度

表 3 接合部の機械的性質

材質		機械的性質		
		引張り強さ (N/mm²)	耐力 (N/mm²)	伸び (%)
6N01-T5	母材	306	281	1.8
	FSW 接合後	210	127	8.4
	MIG 溶接後	201	123	12.8

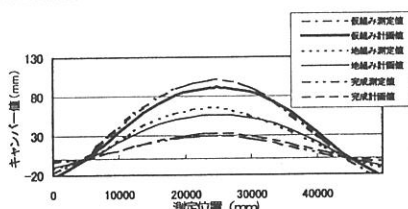


図 5 キャンパー



図 6 桁架設

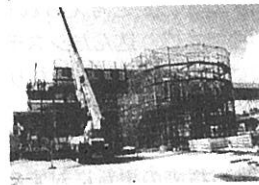


図 7 シェルター架設

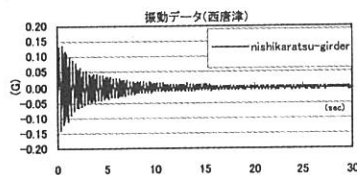


図 8 振動測定結果

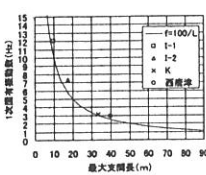


図 9 一次固有振動数