

7. むすび

以上の様に印度にはアメリカに匹敵する大規模の河川総合開発事業が現実に行われており、然も印度人の技術者が極めて熱意をもつて努力していることは注目し、我國も戦争のため 20 年近い足踏みをしている今日大いに反省を必要とするものがあることを痛感した。然し印度も亦この巨額の予算問題には

相当困却している様であるが、印度の最大の悩みである食糧問題の解決のため、又国内動力の開発及び自立経済達成のため、ネール首相初め国をあげて資源の開発、国土の保全に努力しているから、近い将来これ等の事業が完成されるであろうし、その時習得される若い印度エンジニアの地位は大いに敬服に値するものがあるであろう。(昭.26.3.19)

UDC 624.27:624.059.55:669.715.018.29

プレートガーダー架換機に使用した 高力アルミニウム合金部材の設計について

正員 工学博士 福田 武 雄*

正員 菊池 洋 一**

ON THE DESIGN OF HIGH-STRENGTH ALUMINUM ALLOY MEMBERS EMPLOYED AS PARTS OF AN ERECTION TRUSS FOR RENEWING PLATE-GIRDERS

(JSCE May 1951)

Dr. Eng. Takeo Fukuda, C.E. Member, Yoichi Kikuchi, C.E. Member.

Synopsis Some parts of an erection truss, spanning 26 meters, for renewing plate-girders of Japanese National Railways were designed and manufactured using high-strength aluminum alloys as the first attempt so far in Japan to use them in bridge construction. The members made of aluminum alloys are cross-beams to hang old or new girders and couplers to connect the girders or adjoining cars to the erection truss.

The alloy used in strength members is so-called 14S-T6, which, though produced for the first time in Japan, showed a tensile strength of about 66 000 psi and a yield strength of 59 000 psi or up, both these values being by about 10% higher than those specified by the ASCE Aluminum Specifications. An allowable stress of 22 000 psi was used in proportioning the parts. Rivets of alloy 53S, round heads of which were formed by hot working from bars solution-heat-treated (T4), were driven hot immediately after they were again given a solution heat treatment. The shapes used are 8-in. channels and 2-in. angles, the former being the largest one ever extruded in Japan.

1. 緒言

一昨年(昭和26)の秋、東大生産技術研究所においては関係各専門分野の研究者が集まって、各種構造物に対するアルミニウム合金の活用に関する総合研究委員会が組織せられ、軽金属協会その他関係各方面と連絡し、またその協力の下に研究を開始し、筆者等は及ばずながら橋梁部面を担当することになった。その後、船舶、建築、車両等の部面においては試作から進んで実際の使用にまで発展したにもかかわらず、橋梁の部面においては、昨年来国内においても多少の関心が持たれるようになったとは言え、具体的成果は見られなかつた。

その間、外国においては既に1933年に米国の Pitts-

burgh 市の Smithfield Street 橋の橋床がアルミニウム合金で改造せられた¹⁾のを最初とし、第二次世界大戦中には米陸軍では渡河用浮橋にアルミニウム合金を使用し戦後には1946年に米国 New York 州の Massena で Grasse 河上に支間 28.5m の全アルミニウムのプレートガーダー(鉄道橋²⁾)、1948年には英国の Sunderland に道路鉄道共用の全アルミニウムの二葉跳開橋が架設せられ、昨年(昭和26)の春にはカナダの Quebec 州の Arvida で Saguenay 河上に全長 153m、中央径間 88.4m の全アルミニウムのアーチ道路橋³⁾が完成し、さらに昨年(昭和26)の秋には英国で全長 95m、中央支間 52.6m の連続トラスの全アルミニウム人道橋⁴⁾が架設せられた。また昨年(昭和26)の6月には米国土木学会の軽合金構造設計委員会から高力アルミニウム合金構造物示方書が発表せられた⁵⁾。

* 東大教授、東大生産技術研究所

** 日本国有鉄道施設局特殊設計課

S-T6 は銅、マグネシウム、マンガンを含む合金で、外国においては高強度を要するアルミ構造物、特に橋梁、車両、クレーン等においては殆んど例外なく使用せられ、また ASCE のアルミ構造示方書でもこれが限定指定せられている。わが国においては戦時中多量に生産せられ戦後ストックとして残存している ND (Nippon Duralumin) の成分を少し変化することによつて比較的容易に製造し得るとの理由から、14S-T6 の採用を決定したのである。今回使用した 14S-T6 は単に橋梁においてのみならず、わが国としては最初に製造せられたものである。

これら合金に対しては表—1, 2 の規格を定めた。

表—1 標準化学成分 (%)

| 合金 | Al | Cu | Si | Mn | Mg | Cr | Fe |
|---------|------------|-----|-----|-----|------|------|--------|
| 14S-T6 | 92.5~93.5 | 4.5 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | — | 1.0~0 |
| 53S-T41 | 97.45~97.8 | — | 0.7 | — | 1.25 | 0.25 | 0.35~0 |

表—2 強度(kg/mm²), その他の性質

| 合金 | 引張強度 | 降伏強度 | 剪断強度 | 伸(%) | ブリネル硬度 |
|---------|------|------|------|------|--------|
| 14S-T6 | 47以上 | 42以上 | — | 13以上 | 130以上 |
| 53S-T41 | 27以上 | 23以上 | 17以上 | 20以上 | 80以上 |

上記 14S-T6 の規格と ASCE アルミ構造示方書の規格とを比較すると、後者においては Fe の許含有量を明記していない点を除けば、化学成分は同一であり強度の点では、ASCE の規格では引張強度42, 降伏強度 37kg/mm² で、われわれの規格の方が約 12%高

表—3 材料試験成績 (強度, 応力の単位は kg/mm²)

| 試験片 | 引張破壊試験 | | 剪断 | 降伏試験 | | ブリネル硬度 |
|--|--------|-------|-------|------|--------|--------|
| | 強度 | 伸(%) | | 強度 | 応力 | |
| 14S-T6 (溝形200×80×7.5; 山形50×50×6; 板9, 10) | | | | | | |
| 溝形(押出方向) | 48.3 | 12.6* | — | 42 | 0.136 | 124* |
| 溝形(押出方向に直角) | 50.7 | 9.2* | — | 42 | 0.070 | 124* |
| 山形(押出方向) | 47.9 | 13.2 | — | 42 | 0.142 | 119* |
| 山形(押出方向に直角) | 47.5 | — | — | — | — | — |
| 板10(圧延方向) | 47.4 | 12.8* | — | 42 | 0.256* | 119* |
| 板10(圧延方向に直角) | 47.8 | 7.3 | — | 42 | 0.140 | 119* |
| 板 9(圧延方向) | 44.4* | 14.0 | — | 42 | 2.280* | 114* |
| 板 9(圧延方向に直角) | 44.9* | 14.6 | — | 42 | 1.022 | 114* |
| 53S-T41 (リベット材) | | | | | | |
| 丸棒 (16mm径) | 26.1* | 32.0 | 19.35 | 20* | 1.140 | 74* |
| 丸棒 (22mm径) | 26.4* | 29.6 | 19.85 | 20* | 0.904 | 80 |

備考: 降伏強度は永久歪 0.2%のときの応力とする

い。これは、この 14S-T6 がわが国で始めて試作されるものであるので、高い標準の規格にしたのである。

それにもかかわらず、製造者の古河電工においては東大生産技術研究所冶金学教室 加藤助教授の計画に基いて、化学成分、熱処理温度及びその時間の変化による機械的性質の変化を系統的に研究した結果、表—3 の如き良好な材料を得ることができた。本表中 *印を付けたものは、表—2 の規格には抵触するが米国土木学会の規格には十分の余裕があり、使用には差支えないものと認めた。押出又は圧延方向とこれに直角方向との間に、強度の上には差は認められないが、直角方向の破断伸は多少小となる。

53S-T41 は熱間打ちリベット材で、米国の示方書ではこれに対応するものとして 61S-T41 を指定している。その規格剪断強度は 17kg/mm² である。ただしこれはリベット打ち後の強度である。われわれが使用した 53S は、溶体化処理 (T4) をしたものを受入れ、これを松尾橋梁の東京工場で熱間で頭部を作り、再び T4 に相当する熱処理を施した後、熱間でリベット打ちをしたもので、リベット打ち後は T41 の状態になるものである。

使用した形材は 200×80×7.5 溝形と 50×50×6 山形の 2種で両者共に押出材である。このうち 200mm 溝形は 3 500t プレスで押出したもので、わが国としては始めての最大の押出形材である。板は 9 及び 10 mm 厚のものを使用した。板も、押出加工を行うと機械的性質がよくなるので、一旦、厚いスラブを押出した後に圧延をしたものである。

4. 設 計

吊桁は図—2 の如き形状で吊るべきガーダーの桁巾に応じ得るように両端に伸縮用の溝形を取付けた。アルミ合金の吊桁が鋼材の吊材に接触する所では、両者の接触による電解腐蝕を防止するため、鋼材部に亜鉛メッキを施した。

吊桁には最大 13 t ずつの 2 点荷重が作用し、これによる吊桁の最大曲げ応力は、引張 1 448kg/cm², 圧縮 1 222kg/cm² である。これに対する ASCE 示方書の許容応力は、引張 1 550kg/cm², 圧縮 1 435 kg/cm² である。

図—3 は連結棒の 1 種で、これに作用する最大応力は 580kg/cm², これに対する ASCE 示方書の圧縮許容応力は 1 225kg/cm² である。

今回の設計においては 14S-T6 の許容引張応力を米国におけると同様に 1 550kg/cm² とした。この値は米国における規格引張降伏強度 3 700kg/cm² に比べると安全率 2.4, 表—2 の規格降伏強度 4 200kg/cm²

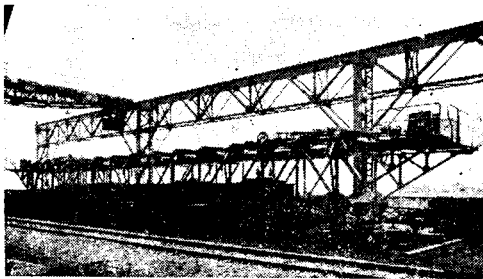
に比べると安全率2.7であつて、構造用鋼材の安全率より大であるが、これはアルミ合金では降伏強度と破壊強度との差が著しく小であることを重視したためである。

53S-T41 リベットの許容剪断応力としては、これに対応する ASCE 示方書の 61S-T43 リベットの許容剪断応力 560kg/cm² を採用し、これに基づいて接合の計算をした。リベットの直径は 16mm と 22mm の 2 種である。

5. 結 語

写真一1 は製作工場で組立てられた架換機、写真一2 は吊桁、写真一3 は連結棒である。今回製作したも

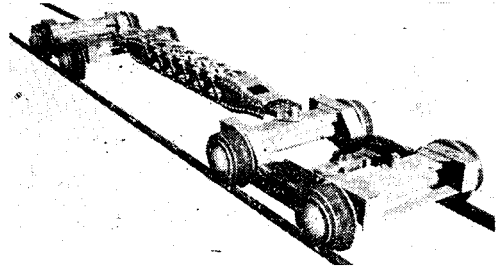
写真一1 工場内で組立てられた架換機
General view of the erection truss.



写真一2 吊 桁
Hanger beams made of 14S-T6.



写真一3 トロリーに連結した連結棒
Trollies with a coupler.



のは吊桁 13 本、連結棒 3 種で、アルミ合金の使用量は合計 1 081kg である。

吊桁については、桁吊上げによる実荷重試験を行い、更に 1 本は試験機による破壊試験を行った。その結果、設計荷重 26t に対し、破壊荷重は 91.5t で安全率は 3.5、材料の破壊応力と設計応力との比にほぼ一致し、予期通りの結果を見た。この実験の結果及びアルミ合金の製作加工中に経験した事項については稿を改めて報告する予定である。

今回、小部材ではあるが高力アルミ合金を強度部材として使用することができ、将来橋梁への応用の一助ともなれば幸甚である。

文 献

- 1) ENR, Nov. 23, Dec. 28, 1933.
- 2) ENR, Nov. 28, 1946; Red. d. Alum., Avri 1948.
- 3) The Bridge (Rp. 22, Alum. Dev. Assc. London) 1948; Rev. d. Alum., Mai 1949.
- 4) ENR, Jan. 12, 1950.
- 5) ENR, Nov. 9, 1950.
- 6) 土木技術, 昭 25-8 月.
- 7) 生産研究, 昭 25-4 月.

(昭. 26. 1. 22)

土木学会 西部支部

昭和 26 年度土木技術研究発表会講演プログラム

昭和 26 年 5 月 19, 20 日

於熊本大学工学部講堂

- 5 月 19 日
- 13.00 開会のことば……土木学会 西部支部長
 - 13.10 弾性限を超えた部材を有するラーメンに對する一考察……熊大 吉村 虎藏
 - 13.30 ラーメンに関する二、三の問題……九大 鷹部屋福平
 - 13.50 深淺測量用音響測深儀について……四港 洞海灣 石川 進六
 - 14.10 結構の中立中心使用による結構部の構成に對する新なる解法について……熊大 重松 愿
 - 14.30 相浦港の高架棧橋について……四港 企畫課 宮崎 敏夫
 - 14.50 街梁内の流れについて……九大 流 研 { 篠原 謹爾
吉田 俊彌
米村 正三
 - 15.20 甲佐発電所工事報告……日 發 米村 正三
 - 15.40 流砂ある河川に於ける流速法則について……九大 椿 康一郎
 - 16.00 水ヶ崎発電所工事について……旭化成 西沢 治

- 1620 水ヶ崎発電所工事映画(2巻)……旭 化 成
- 5 月 20 日
- 9.00 ワーレントラスの二次応力について……九 大 吉岡 繁夫
 - 9.20 矩形板の自由横振動の波速……熊 大 新郷 高一
 - 9.40 悪水樋大さき決定の一方法……地建 大 分 久世 秀明
 - 10.00 鋼筋コンクリートに關する実験……九 大 水野 高明
 - 10.30 部分荷重による粘土層の圧密沈下について……九 大 三笠 正人
 - 10.50 人口水路に於ける掃流砂量について……九大 流 研 椿 東一郎
 - 11.10 石河内第一発電所堰堤工事使用の低熱セメント施工実績報告……宮崎縣 佐々木和彦
 - 11.30 工事の經營について……九 大 渡辺 寛治
 - 11.50 閉会のことば……土木学会 西部支部幹事長