

World's Longest-Span Cable-Stayed Girder Bridge over the Rhine near Duisburg (Germany)

(Duisburgの近くのライン河上に架設された世界最長の斜張橋)

著者	誌名							ページ	回数	表数	抄録		査読
F. Weisskopf	Acier Stahl Steel, 1972, 7, 8.							313 319	13	0	井上稔康	松川昭夫	
											宮地鉄工所	大阪市土木局	
分類	1	2	③	4	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	10	11	12	備考
	一般	計画	設計	解析	構造	製作	材料	ケーブル	架設	実験	耐風	その他	
関連ある番号に○印を, 特に詳細なものに◎印を付けた。													

1. まえがき

1970年10月16日に開通したこのライン橋は競争設計が行われた。1966年6月に8社で設計が開始され, この中でGutehoffnungshütte Sterkrade社が落札し, 同年10月に着工した。橋脚および橋桁が船の航行を妨げないように主径間は350mとなり, 斜張橋では世界最長となった。

2. 主 桁

構造および主要寸法は図5.1～図5.5のとおりである。主桁の材質は主にSt 52-3である。鋼床版横リブ間隔は2.5mで, 下フランジの横リブは5m間隔に配置されている。箱桁の腹板は10mm厚であり, 局部座屈に対して, T形断面の鉛直補剛材に溶接された150×10の水平補剛材が配置されている。ケーブル取付部では32mmに厚くしている。デッキプレートは両側に11.8m張り出しており, 5m間隔に箱形ストラットで支持されている。2室箱桁のねじり剛性を増すために, 10mm厚のダイアフラムが25～30m間隔に配置されているが, 橋端部は全断面形(両側に張り出したストラットによる3角形面積を含める)に相当する板でねじり剛性を与えている。

3. タワーとケーブル

タワーは主桁に剛結しており, 高さ48m(デッキプレート上), 底部での断面寸法は1.9×2.44mでスレンダーなタワーである。橋軸直角方向のタワーの幅は1.9mで一定, 橋軸方向の幅はテーパがついているが, これは美観上の理由による。このように小断面のタワーは, 高張力鋼NA-XTRA 70(最大板厚45mm)を用いることで可能になった。

この鋼は引張強さ80～95kg/mm², 降伏点70kg/mm², 許容応力度41kg/mm²であり, 北アメリカではすでに使われているが, ドイツの橋梁に使用するのはこの橋が最初である。この鋼による製作で注意する点は, まずゆっくりと100°Cに熱し, 溶接作業中この温度を保つことである。冷却は適当な一定の速度で行う。溶接はライム-フェライト電極で行う。コストの低減のためにタワーの頂部だけはSt 52-3を使った。

ケーブルは全て9本のロックドコイルから成り, 最も外側のワイヤは垂鉛メッキしている。ワイヤの強度は150kg/mm², 直径は57～83mmである。そして, 板厚10mmの四角のクランプ(ケーブルバンド)を17m間隔に配置して, 9本のロープをケーブルに組立てている。9本のワイヤロープはデッキプレートの下からそれぞれの定着点に広げ, 主桁にアンカーした。ロープは鋳鋼(GS60)のサドルベアリングでタワーに3段に支持されている。サドルは塔に溶接されており, 中のロープは上蓋とサドルを高力ボルトで締めることにより固定されている。タワーはある程度たわみ性があり, サドルベアリングとロープの固定によって不静定力を生じ, タワーに作用する曲げモーメントが減少する。その結果, タワーには主に軸力が作用し, 曲げモーメントは僅かである。また, タワーがスレンダーなために主桁上の中央分離帯の幅を狭くでき, 橋の鋼重も減少できた。

4. 支 承

上部構造全体に対する固定支承は西側(左岸)の塔のある橋脚上にある。2個の固定線支承は, 鋳鋼(GS60)で造られている。一方, 他の塔のところの2個の可動支承は, GS52-3で造られ, ローラーはSt 52-3である。

これらのローラー支承は, 桁からの通常の鉛直反力, およ

び、ねじれ反力に抵抗し、負反力に抵抗させるためプレストレスが導入されている。

5つの中間橋脚の支承反力は、全ての方向に移動しうるロッカー支承によって、プレストレスコンクリートの橋脚に伝達されている。

桁端支承は、St 52-3 とテフロンで造られた特別のもので、桁からのねじれに抵抗できる。そして、引張と圧縮に抵抗でき、温度変化に対する移動も可能である。また、水平方向の風荷重に抵抗させる支承 (St 52-3) が橋軸線上に設置されている。

5. 伸縮装置

伸縮装置の移動量は、西側および東側でそれぞれ 120mm、350mm であり、これに対してスライディングプレートによる Demag 型が使用されている。

6. 架 設

架設は西側の橋台から橋の中央に向かって同時に開始した。まず橋台の外側に補助支点を設け、主桁の許容張り出し長まで延ばし、次に補助トレスルを打ち込んで延長していく。橋脚 V と VII の間に設けたトレスルは、架設中に下段のケーブルに作用する約 1000 t の引張力に抵抗するよう設計した。350m の主径間は 50 ~ 55 m の長さを張り出してケーブルで支持し、順次延長した。

土手は倉庫と組立て用地として確保し、20 ~ 40 t 吊りゴライアスクレーン、120 t トレーラー等を内側で操作した。橋体の各ブロックは 110 t 吊りの移動クレーン 2 基で架設地点に移した。2 室箱桁は土手の上で、各 40 t の 5 つのブロックから組立て、タワーは約 40 t、12 m の 4 つのブロッ

クを crawler-mounted mobile crane で組立てた。ケーブルの架設は、まずタワーのサドルベアリングに取り付け、次に電動ウインチでロープ端のソケットを箱桁内に引張り、ケーブルを埋め込む。最終的な引張りは、3200 t の水圧ジャッキでタワーのサドルベアリングを上下して行う。このジャッキ量は主桁の張り出しの進行とデッキの勾配による。

中央径間の最後の 14 m を閉合する際に間隔を約 30 cm 広げる作業が行われ、橋台上の水圧ジャッキで右岸側の 5500 t、415 m の橋体を移動させた。最後のブロックを右岸側に溶接した後、再び橋体を押しもどして閉合した。閉合時の補正量は、橋軸線の狂い 5 mm、高さ 7 mm、橋長 40 mm であった。

全鋼重は約 1 万 t で、その内タワーは約 380 t である。この橋は、工場と現場のすべての製作に溶接を用いている。

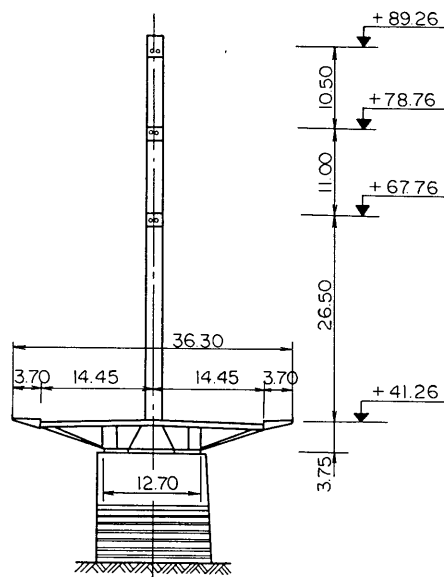


図 5.2

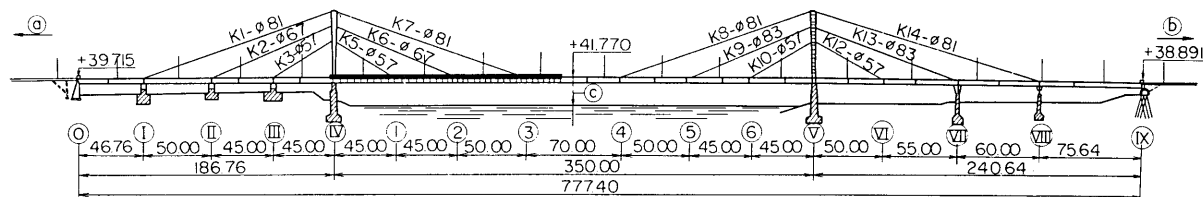


図 5.1

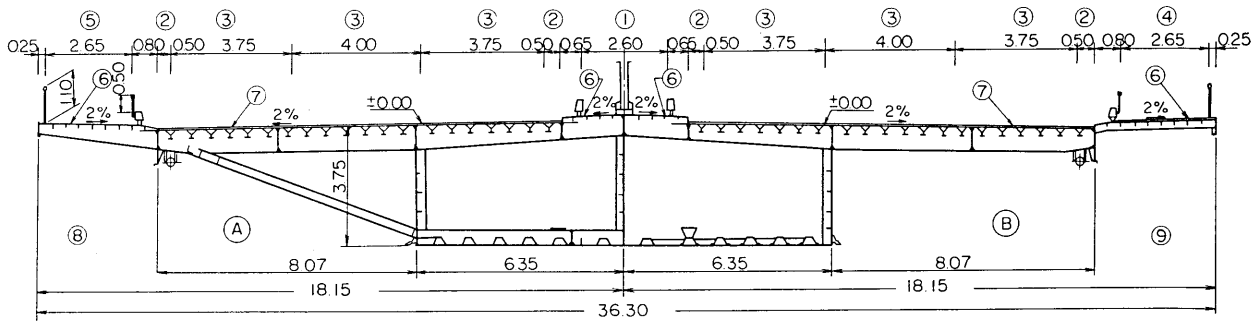


图 5.3

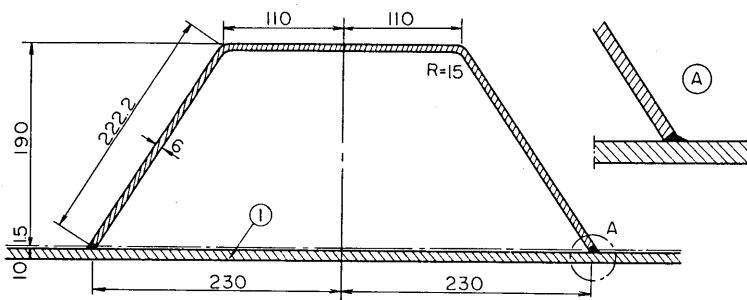


图 5.4

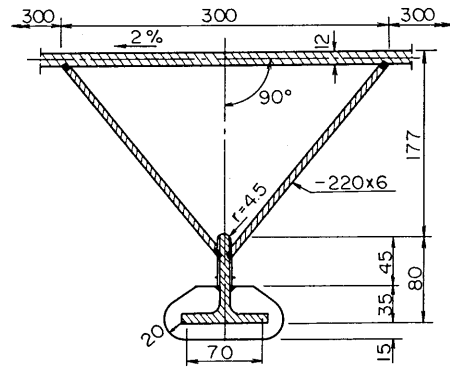


图 5.5

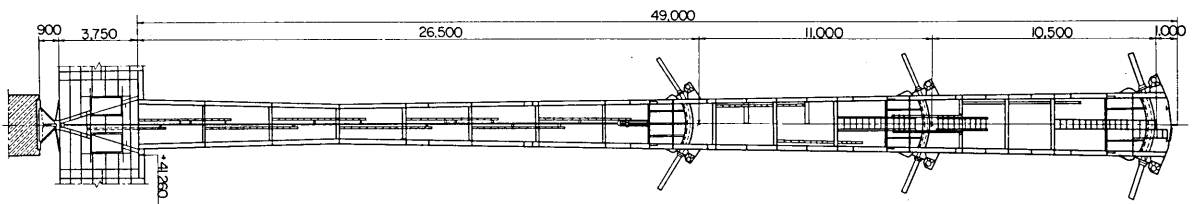


图 5.6