

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.3 (1971) No.4

---

80kg/mm<sup>2</sup>

Application of 80kg/mm<sup>2</sup> Class High Tensile Strength Steel to Railway Bridge

(Jiro Tajima)  
(Fumio Shima)

(Fumihito Ito)  
(Tokushi Funakoshi)

(Masaru Ishihara)

---

:

RIVER ACE K-0 80kg/mm<sup>2</sup>

80kg/mm<sup>2</sup>

MIG

---

Synopsis :

In constructing a new steelworks opposite to the existing Chiba Works, a railway bridge has been built with 80kg/mm<sup>2</sup> RIVER ACE K-0(quenched and tempered high strength steel). Throughout designing, fabricating and erection of this bridge, special attention was taken to realize the best possible manpower saving and safety so as to study various problems on the application of 80kg/mm<sup>2</sup> steel to bridges in the light of the latest trend toward lighter and longer-span model. With particular emphasis placed on allowable stress and fatigue in the designing phase and on welding in the fabricating, the experimental construction of this bridge has provided valuable data on fatigue while relations have been brought to light between fatigue rupture caused by compressive stress and residual stress. Also, a practical use of MIG welding and Union Melt welding in manufacture has been well recognized.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

## 80kg/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼の鉄道橋への適用

Application of 80kg/mm<sup>2</sup> Class High Tensile Strength Steel to Railway Bridge

田 島 二 郎\*

伊 藤 文 人\*\*

石 原 大\*\*\*

嶋 文 雄\*\*\*\*

Masaru Ishihara

Fumio Shima

船 越 督 巳\*\*\*\*\*

Tokushi Funakoshi

### Synopsis:

In constructing a new steelworks opposite to the existing Chiba Works, a railway bridge has been

支間 29.1m の橋（全鋼重 37 t）のうち 8.8 t 使用された<sup>2)</sup>。これはわが国における 80kg/mm<sup>2</sup> 級高

査，研究を行なった。

(1) 設 計 許容応力度，各部構造

(2) 製 造 溶接部等

(3) 桁下面高さは船運の関係からA. P + 5.5以上  
に制限されている。

橋長	39.8m	
支間	19.0m	(2連)

ートガーダー形式とし、上下線を一体とした複線  
3主桁構造とした。

軸重は非常に大きいが通過回数の少ない車輛に

斜角	右82度
荷重	鋼塊台車など実荷重に則した 荷重を使用 (2・3・1参照)

表 2-1 活 荷 重

種別	単位	値
普通	kg/cm <sup>2</sup>	100
特殊	kg/cm <sup>2</sup>	150
非常	kg/cm <sup>2</sup>	200
緊急	kg/cm <sup>2</sup>	250
超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	300
超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	350
超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	400
超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	450
超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	500
超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	550
超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	600
超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	650
超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	700
超超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	750
超超超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	800
超超超超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	850
超超超超超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	900
超超超超超超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	950
超超超超超超超超超超超超超超超緊急	kg/cm <sup>2</sup>	1000

鋼管の重合試験 重量1列車 (積車日) 1日

表 2-2 許容引張応力度

(単位: kg/cm<sup>2</sup>)

部材	許容引張応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )
鋼材	80
溶接部	70
ボルト部	70
その他	70





表 2.4 主桁の応力

(単位: kg/cm<sup>2</sup>)

断面

中央部

端部

...

$l$  : 支間長  
 $E$  : ヤング率  
 $I$  : 主桁中央部の断面 2 次モーメント

MAX 荷重の場合

中央主桁 4.67cm  $\delta_v/l=1/407$

なお、縦桁上フランジには工場にて軌道連結金具取付用の孔を施工したが、削孔の許容誤差は、橋軸方向、橋軸直角方向とも、 $\pm 2$  mmとした。

## 2.6 軌道高さの調整

本橋は、軌道直結方式で、縦桁上フランジにあ

たは数カ所のみを別個に調整することも可能である。

410

... 点替えのできる突起

表 3-1 鉄道橋使用鋼材の化学成分と機械的性質（ミルシート）

製品板厚	化 学 成 分 (%)	機 械 的 性 質
------	-------------	-----------

表 3-3 溶接材料の乾燥保管条件

項目	材料	フラックス KB80C (12×200)	被覆アーク溶接棒 KS-116
乾燥温度			

を目標とした。また引張側主桁T継手部は、疲労強度を考慮して完全溶込みとした。表 3-5 に各溶接条件を示す。

なお溶接施工後、主桁のT継手部（引張側室）

ためウェブ上下縁の収縮により中央部にたわみが生じ、スティフナ取付時の肌合せ作業（ウェブ面およびメタルタッチ面）が困難となった。また、スティフナ溶接によるヤサ馬の除去にも多大の労

仮組立完了した状況を写真 3-1 に示す。

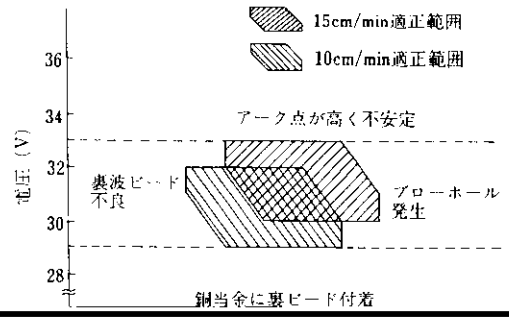
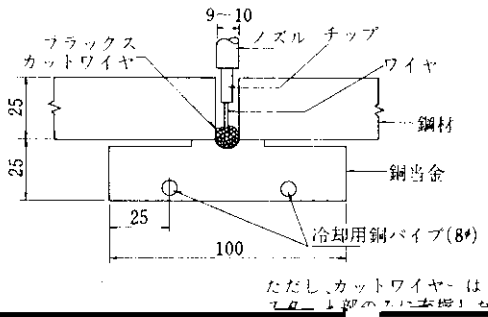
表 3-6 仮組立精度基準

項	目	許容差	摘	要
支	間	±5	支	間
	主桁の中心間隔	±4	中心間隔	19,000m
	主桁の高さ	±4	高	さ
				4,450m
				1,900m

力を要した。

80kg/mm<sup>2</sup>級高張力鋼を使用した構造物は、設計時において溶接歪の点から板厚および取付部材数量に対する配慮が特に重要と思われる。

主桁断面対称長の差 50mm



(2) 適正溶接条件

電流 (A)

種々変えて最適値を求め、以下のような結果を得

よび溶込み不良などの欠陥が発生するため、スラ  
が知難はマににア行れるに面がキマ

なお、実験値はすべて日本溶接規格(WES-135)  
に準じて、JIS Z 3101 (SUS 304) の鋼材を用いた。

試験片作成の MIG 溶接条件は表3・7に示すと  
おりである。なお、実際の製品施工における基準  
としてこの条件を採用した。

当) 鋼材の規格値を満足するものであった。

#### 3・4・2 主桁フランジのMIG溶接施工



上記項目に関してサニトホトが溶接方法を検査したが JIS Z 3104 による判定はすべて1級である

母材は図9.9の上を溶接を掘出し、それを図9.9.1の寸法に加工した。

表 3-9 塗 装 仕 様

仕 様	ス テ ー ジ	塗 装 回 数	塗 料 名	
A	工 場	素 地 調 整	グリッドブラスト (後処理)	
		金 属 溶 射	亜鉛メタリコン	
		一 次 プ ラ イ マ ー	フェロドールEプライマー	
		下 塗	フェロドールM608プライマー	
	中 塗	2	フェロドールF29	
現 地	上 塗	1	フェロドールF	
B	工 場	素 地 調 整	サンドブラスト (後処理)	
		下 塗 1	1	フェロドールZ E3527プライマー
		〃 2	1	フェロドールEプライマー
		〃 3	1	フェロドールM608プライマー
	中 塗	2	フェロドールF29	
現 地	上 塗	1	フェロドールF	
C	工 場	素 地 調 整	サンドブラスト (後処理)	
		下 塗 1	1	フェロドールZ E1527プライマー
		〃 2	1	フェロドールEプライマー
		〃 3	1	フェロドールM608プライマー
	中 塗	2	フェロドールF29	
現 地	上 塗	1	フェロドールF	

表 3.11 下地処理条件  
ブレードの方法 | エアー法 (6kg/cm<sup>2</sup>)

行なった。下地処理条件を 表 3.11 に示す。試  
験結果を 表 3.12 に示す。

表 3-13 促進老化試験成績①

The table content is completely obscured by heavy black redaction bars, rendering the data unreadable.

用に供するものと推定される。

#### (2) 促進試験

5種の塗装仕用を用いて促進老化試験を行ない、表3・13の中間結果を得た。表中Q-2, Q-4, Q-10はそれぞれ実橋の塗装仕様A, B, Dに対応する

劣に関する資料もまだ十分に整っていないのが現状である。そこで K-0 鋼をとくに疲労が問題となる鉄道橋への適用に際して、設計上必要な資料を得るため試験片と小型模型梁による疲労試験を行った。

ものであるが、試験ではフェロドール29の上塗が1回である。試験期間日までの中間結果から判定すると、各種塗装系のうち Q-1~5 の亜鉛溶射、無機質ジンプライマー~Eプライマー~M608プライマー~フェロドールE塗装系が劣化に異常

### 4・1 試験片による疲労試験

#### 4・1・1 実験方法

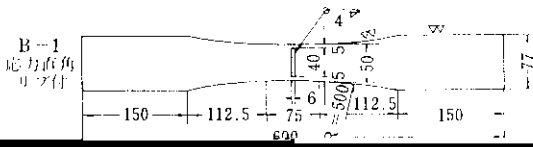
なくすぐれた防蝕性能を示し、Q-7, 8ラバマリンの塩化ゴム塗装系は上記の塗装系より若干劣るが、Q-9, 10の油性、エポキシ系では劣化がほとんど

供試材は板厚16mmと6mmのショットブラスト後の実用材の一部である。その化学成分と機械

型試験片の余盛の削除は全面25 s 程度になるよう  
 応力方向の機械研磨により行なっている。なお一  
 部試験片は応力方向に機械研磨を行なうことで

式の矯正機で修正したが、矯正歪量は試験片全長  
 に対し0.5~1.0mm程度であった。

店田 1 部試験機は東京衛機製ローザンハウザ



ン型バルセーター付60t/40t 万能疲労試験機 (LUR 型) であり、荷重繰返し速度は 666回/min である。負荷応力の検出および偏心調整は試験片平行部の板厚面に貼付した歪ゲージ (共和電業製 KD CA 1 A D 型) を用いて行った。

では 4 枚) を用いて行なった。疲労試験に先立ち A 型試験片については静的引張り試験を行ない、また A, C 型試験片については溶接により生じた疲労試験時の応力軸方向の残留応力を歪ゲージ

表 4.3 縦ビード突合せ試験片 (A 型) の片振り引張疲労試験結果





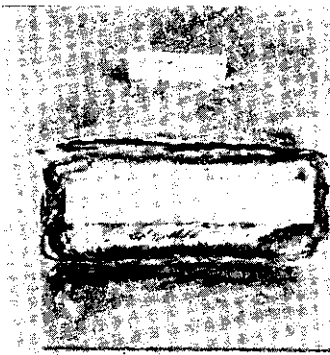
45° 方向，応力直角方向， 応力方向の順に耐久限

れていない。また応力直角方向のリップの溶接を片

片では黒皮のままの母材の耐久限度 43kg/mm<sup>2</sup>に  
対し， 5.5kg/mm<sup>2</sup> という低い耐久限度しか得ら

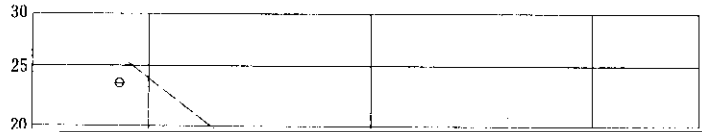
比しわずかに高い疲れ強さであった。

(iii) 縦十字試験片に関する試験





縦十字試験片についての片振り圧縮疲労試験結果を表4.6に示す。試験中に亀裂の発生を明確に検知することが



試 験 比	圧縮疲労試験応力	残留応力	実疲労応力	角列添付
-------	----------	------	-------	------

引張り40 kg/mm<sup>2</sup> の片屈圧縮応力試験を行った。また、フランジの位置を引張側フランジに移動させた場合の試験結果も示す。

が、亀裂の発生はなかった。C-1-SR, C-2 SR試験片の残留応力測定結果を図4.9に示す。フランジを上フランジに比べて格段に大きくすると、引張側フランジの位置を引張側フランジに移動させた場合の試験結果も示す。

以上より疲労亀裂は引張り残留応力をもつ溶接部で発生し、伝播するが、圧縮残留応力をもつフランジ部では疲労破壊を防ぐように設計した(図4.10)。問題の補剛材の差部では細部設計の形によらず、疲労強度に差の出ることも考えられるので、2通りの形式を考え、図に示したようにD-1型とD-2型

部分片振り圧縮繰返し応力をうけている試験片端部で停留する。ついで、別の独立した亀裂が生ずる。疲労強度に差の出ることも考えられるので、2通りの形式を考え、図に示したようにD-1型とD-2型

との十字型溶接部がないので、その位置でのひび割れは無いが、水平補剛材端部の腹板と垂直補剛

との関係を示したのが表4・8である。いずれの試験体の測定応力値は計算値（水平補剛材無視）と

母の溶接部におけるひび割れ発生回数

生じたことはD-1型と同様である。ただし、この場合のひび割れ発生回数はD-1型に比べてかなり

でも、両者が一致すると言えるまでには近づかない。両試験体を比較してめだつことは、D-2試験

母の溶接部におけるひび割れ発生回数

ける上フランジのひび割れと、水平補剛材端部に きいが、3者に有意な差が認められない。共通の

表4・8から前者の応力全振幅とひび割れ発生回数  
数の関係を求めて図示したのが図4・12である。  
参考のために、前節に記した小型試験片による片  
振引振試験での結果のうち、最も継手形状の類似

7.3kg/mm<sup>2</sup> の場合である。この図から見ると、  
垂直補剛材と水平補剛材の取り付け部細部構造の  
差は、S-N線図上には生じない。D-1型のように  
水平補剛材と垂直補剛材を溶接で結合することの

しているB-1型試験片の結果を並記してある

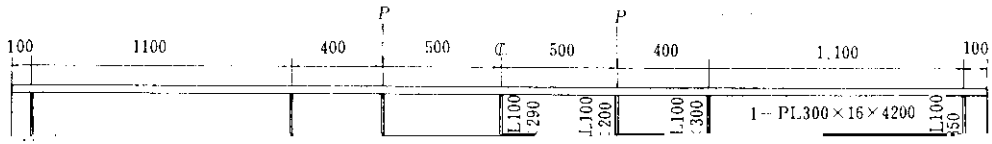
結果があるにもかかわらず、それは水平補剛材の断面

の結果は既述の○型試験片に対する試験結果と併せて設計に採り入れられることが多い。

と符合しており、溶接組立梁では溶接部とみなすことが伊藤らの実験によれば同じ縦ビード溶接部

引張残留応力の存在によって、梁の圧縮側にもひずりが生じ、手試験片であっても、その大きさによって試験結





①  
②  
載荷断面(E-1) 載荷断面(E-2~6) 中央断面

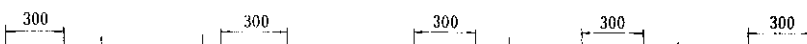
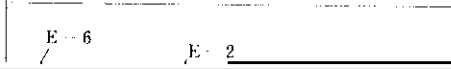


表 4-9 各けたの応力全振幅と破断結果

試料番号	応力全振幅 (MPa)	破断結果
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		



と、載荷頻度が大きい平均的荷重を考慮すること  
によって、静的強度は大であるが、疲れ強さの低

メルト溶接が十分実用性があることがわかった  
が、組立時の仮付、予熱など施工において他の鋼

鋼の性能よりも、疲れ強さを高めることが可能

となることを明らかにした。

本誌に於ては、本誌に掲載された論文の著作権は、川崎製鉄株式会社に帰属する。

本誌は1962年7月に創刊され、17年表より刊行開始