

1. 試験体の形状・寸法

試験体は図-1(a)、(b)に示すような形状、寸法である。使用材料はSS41が主体で一部SM41Aを用いている。(a)はストレインゲージを用いた試験体であり、(b)はコンタクトゲージを用いた試験体である。試験体の製作要領については文献³⁾を参照されたい。

2. 残留応力の測定方法

残留応力の測定はストレインゲージを貼付、または、コンタクトゲージ用のスチールボールを打ち込んだ後、試験体を切断し開放される応力を測定する方法を用いた。

(1) ストレインゲージによる測定位置

図-2に示すA、B、Cを残留応力の測定対象箇所とした。それぞれの測定位置を図-3~図-5に示す。

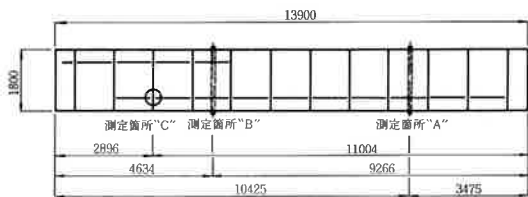


図-2 (a) 試験体の測定箇所

(2) コンタクトゲージによる測定位置

図-6に示すA、Bを残留応力測定対象箇所とし、それぞれの測定位置を図-7および図-8に示す。

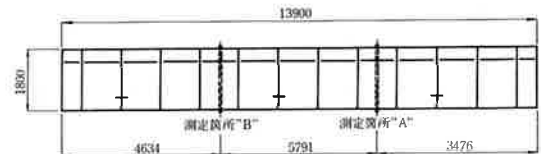


図-6 (b) の測定箇所

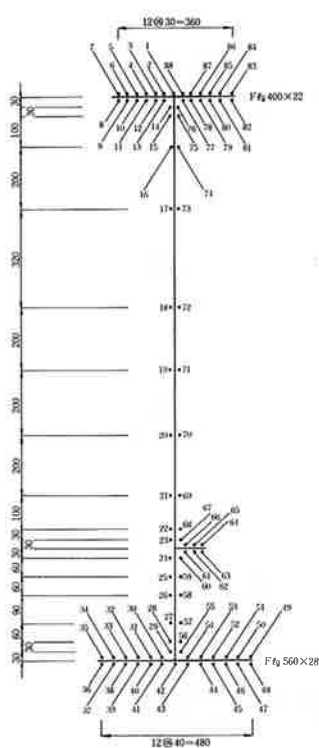


図-3 測定箇所
"A" の測定位置

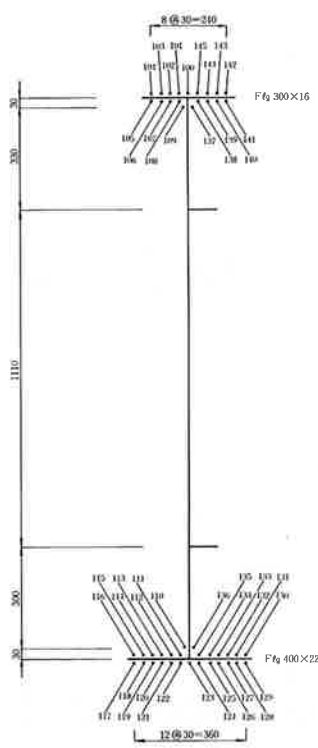


図-4 測定箇所
"B" の測定位置

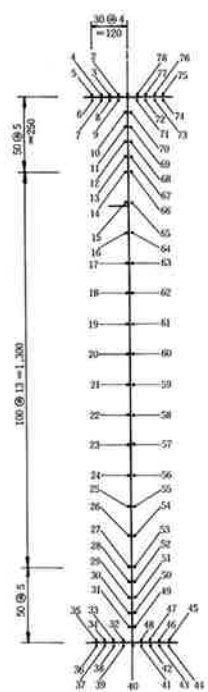


図-7 測定箇所
"A" の測定位置

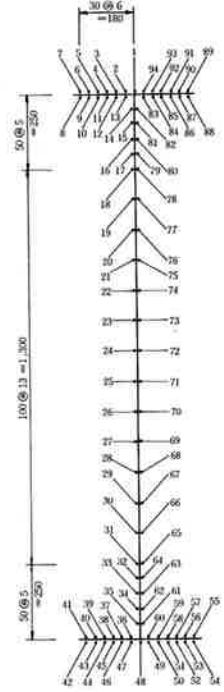


図-8 測定箇所
"B" の測定位置

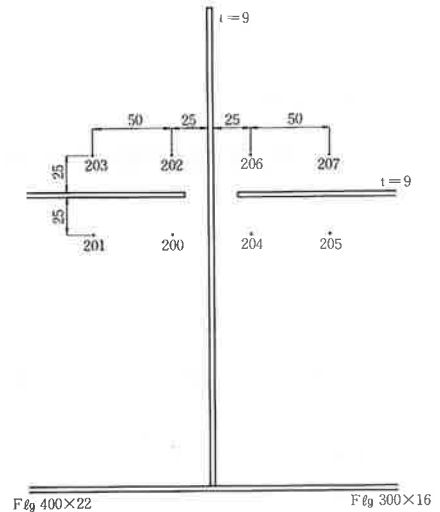


図-5 測定箇所 "C" の測定位置

(3) 使用した機器

① ストレインメータ UCAM-5A (共和電業製)
10点スキャナ内蔵、デジタルプリンター付き
測定範囲: 0~±10,000×10

② ストレインゲージ KFW-5-D16-11-L100
(共和電業製)
防水、自己温度補償型(-10℃~+90℃)
ゲージ長 5mm

自己温度補償型のストレインゲージを使用した
さらに温度変化を補正するためにダミーゲージを用
いた。ダミーゲージは誤差を少なくするために、測
定期間中はストレインメータに接続したままとした。

③ コンタクトゲージ(フリッツステーゲル社製)
測定範囲: $l \pm 0.5\text{mm}$
測定精度: 1/1000mm
今回の測定にはゲージ長 100mm のものを使用した。

(4) 残留応力の解放手順および測定時期

- 1) 図-3~図-5、図-7~図-8に示した位置に
ストレインゲージを貼付またはスティールボール
を打設し、それぞれの初期値を測定した。
- 2) 初期値を測定後、ガスによる熱影響をさける
ために、ゲージ位置より300mm以上離れた位置で
ガス切断をした。
- 3) 水冷しながらバンドソーを用いて個々のゲ
ージに分割小切した。
- 4) マイクロカッターを用いてゲージを傷めない
最小幅に切断し、ストレインメータ、およびコ
ンタクトゲージで歪を測定し、その値と1)で測
定した初期値との差から残留応力を求めた。

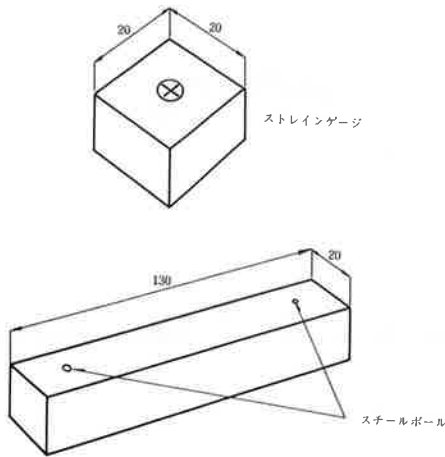


図-9 切断後の試験片

3. 測定結果

(1) フランジの残留応力

1) 橋軸方向の残留応力

ストレインゲージで測定した測定箇所 A、B
およびコンタクトゲージで測定した測定箇所 A、
B における橋軸方向残留応力の分布状態および
大きさをそれぞれ図-10、図-11と図-12、図
-13に示す。引張・圧縮ともに20kg/mm²を超え
る残留応力が測定された。

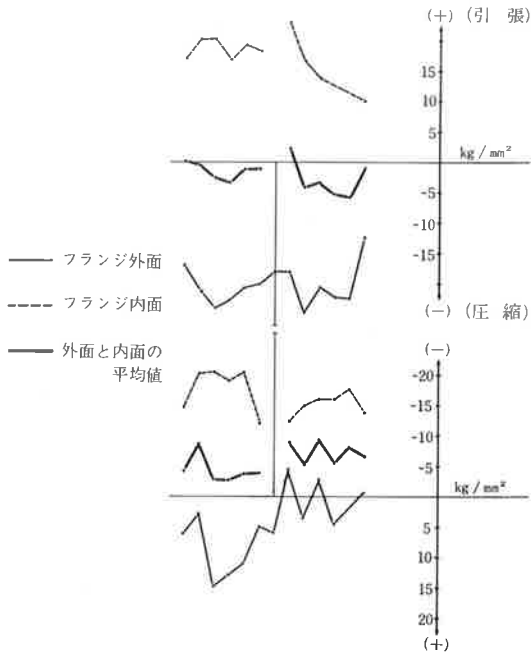


図-10 ストレインゲージによる
測定箇所「A」のフランジ残留応力(橋軸方向)

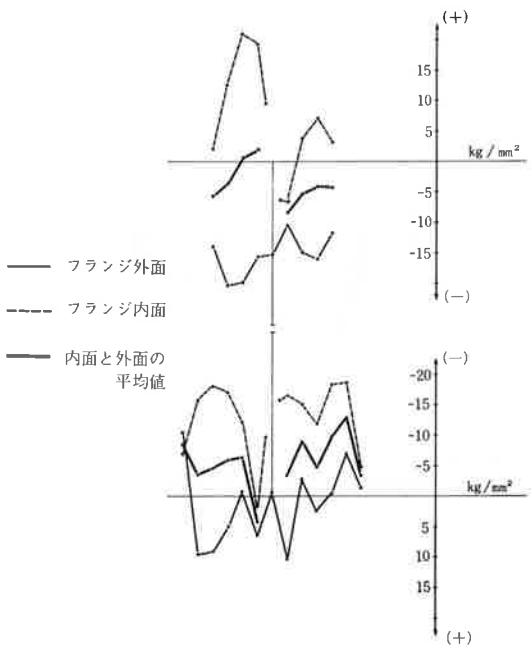


図-11 ストレインゲージによる
測定箇所「B」のフランジ残留応力(橋軸方向)

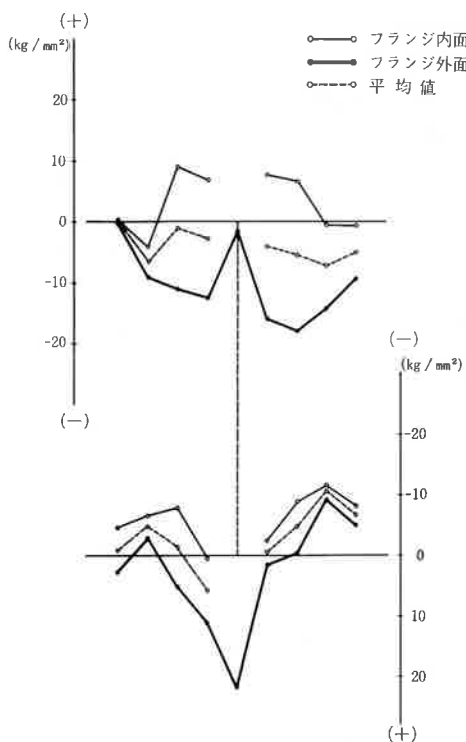


図-12 コンタクトゲージによる
測定箇所「A」のフランジ残留応力

2) 橋軸直角方向の残留応力

ストレインゲージで測定した測定箇所A、Bにおける橋軸直角方向の残留応力の分布状態および大きさを図-14、図-15に示す。

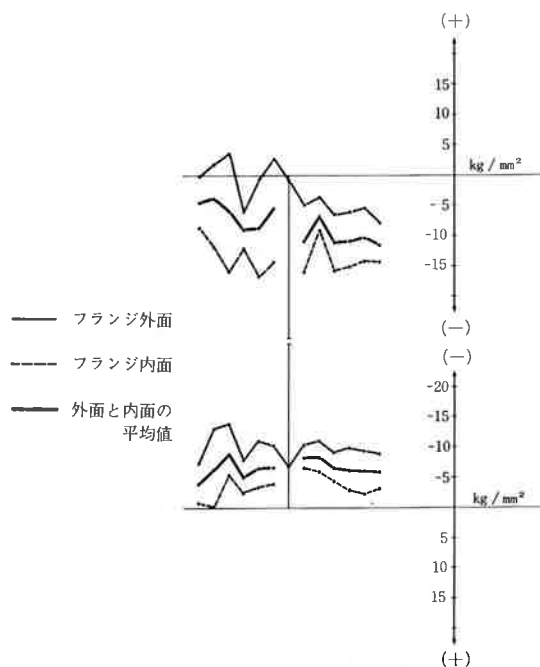


図-14 ストレインゲージによる
測定箇所「A」のフランジ残留応力(橋軸直角方向)

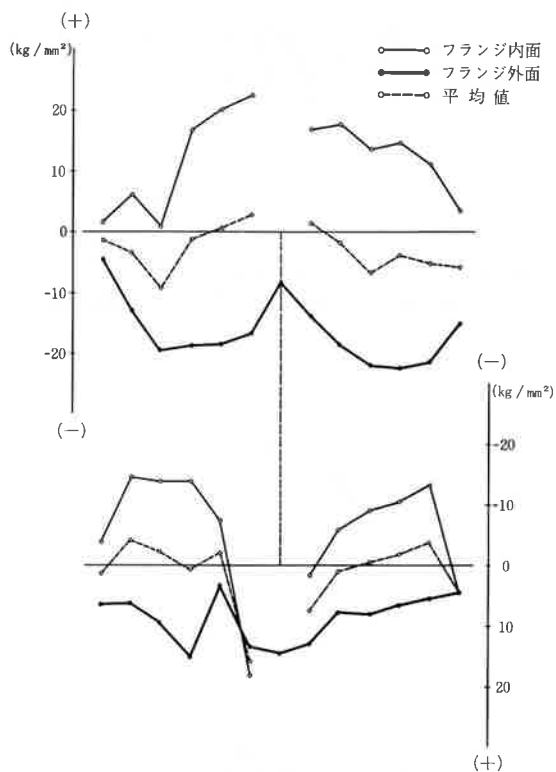


図-13 コンタクトゲージによる
測定箇所「B」のフランジ残留応力

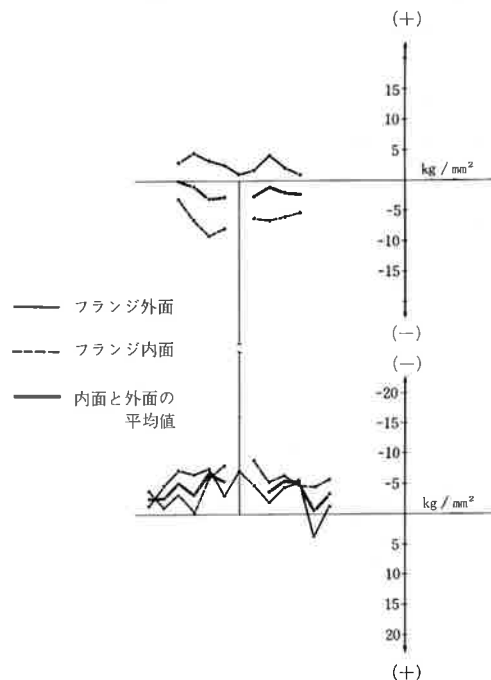


図-15 ストレインゲージによる
測定箇所「B」のフランジ残留応力(橋軸直角方向)

(2) ウェブの残留応力

ストレインゲージで測定した測定箇所Aにおける橋軸方向および橋軸直角方向の残留応力の分布状態および大きさを図-16、図-17に示す。コンタクトゲージで測定した測定箇所A、Bにおける橋軸方向の残留応力の分布状態および大きさを図-18、図-19に示す。

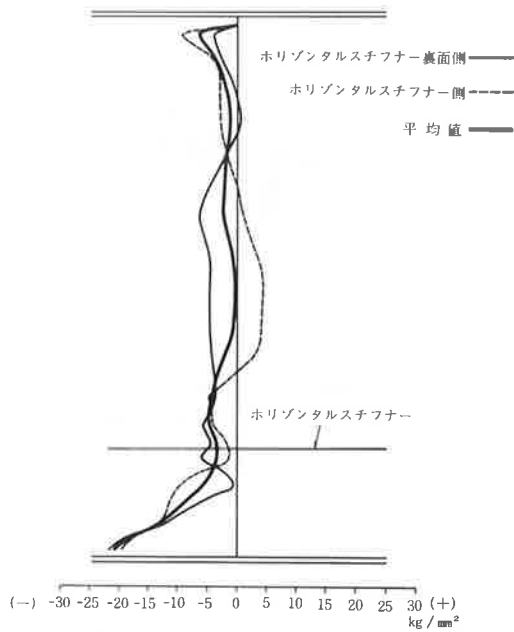


図-16 ストレインゲージによる測定箇所“A”のウェブの残留応力(橋軸方向)

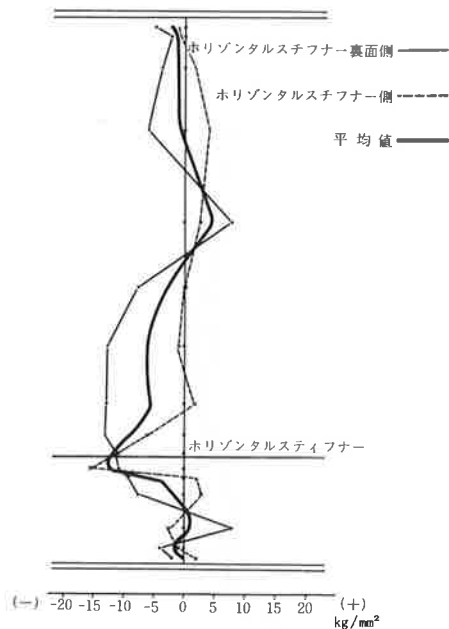


図-17 ストレインゲージによる測定箇所“A”のウェブの残留応力(橋軸直角方向)

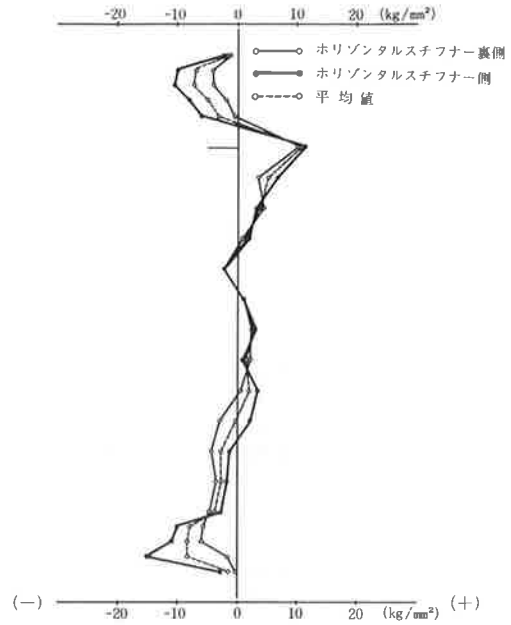


図-18 コンタクトゲージによる測定箇所“A”の残留応力(Web)

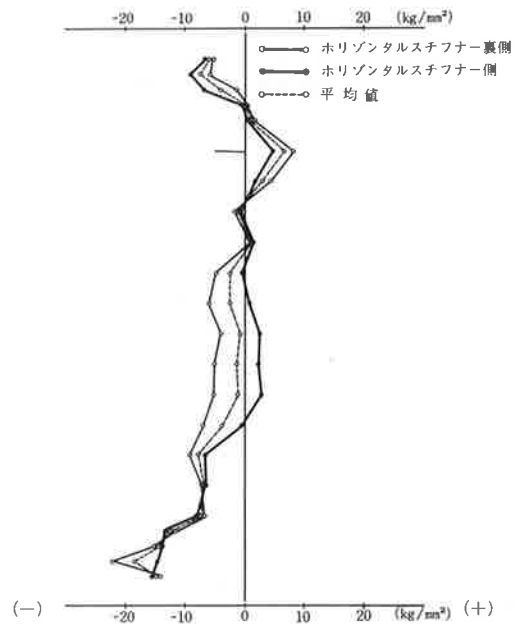


図-19 コンタクトゲージによる測定箇所“B”の残留応力(Web)

(3) スチフナー付近の残留応力

ストレインゲージで測定した測定箇所Cにおけるスチフナー付近の残留応力を図-20に示す。最大で引張13.5kg/mm²、圧縮15kg/mm²の残留応力が測定された。

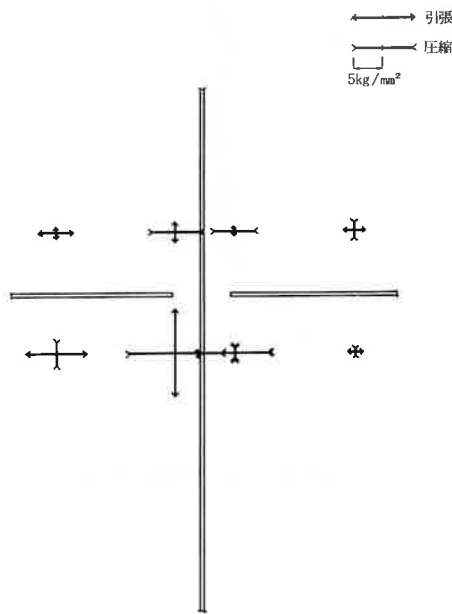


図-20 ストレインゲージによる測定箇所“C”の残留応力

まとめ

全熔融亜鉛メッキ桁に発生する残留応力をストレインゲージおよびコンタクトゲージを用いて開放法により測定した。ストレインゲージとコンタクトゲージの測定結果の差異はあまりなかった。以下に非メッキ桁の残留応力との比較を述べる。

(1) フランジの残留応力

フランジの残留応力はストレインゲージによる結果とコンタクトゲージによる結果は同じような分布状態を示している。この結果と文献4)で報告されている非メッキ桁の残留応力の分布状態との比較を図-21に示す。これによると全熔融亜鉛メッキ桁の残留応力は、非メッキ桁に比較して上フランジ外面における圧縮残留応力および下フランジ内面における圧縮残留応力が増加している。

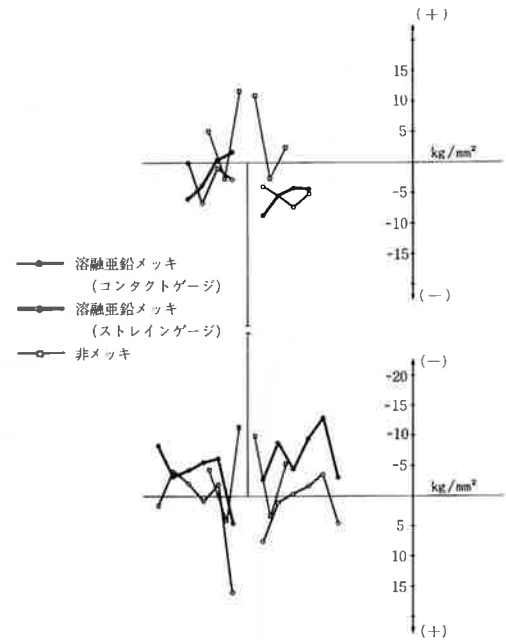


図-21 溶融亜鉛メッキと非メッキのフランジ残留応力の比較(橋軸方向)

(2) ウェブの残留応力

フランジ面と同様に文献4)と比較した残留応力の分布図を図-22に示す。図-22によると非メッキ桁の試験体では水平スチフナーを取り付けていないために上下対称の分布状態を示している。一方、全熔融亜鉛メッキ桁では図-1に示したように水平スチフナーが取り付けられているので、下フランジ側に圧縮の残留応力が発生している。

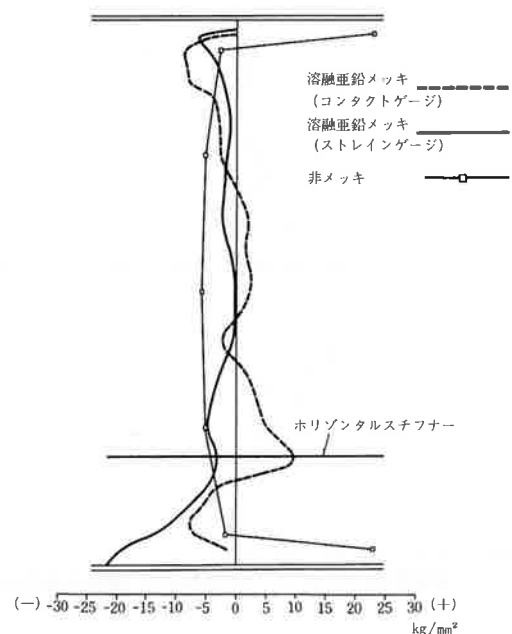


図-22 溶融亜鉛メッキと非メッキのウェブ残留応力の比較(橋軸方向)

(3) 全溶融亜鉛メッキ桁と非メッキ桁の残留応力の比較

今回の実験では、全溶融亜鉛メッキ桁において、上・下フランジの一部に圧縮残留応力の増加は見られる。しかし、一般に溶接桁の残留応力は溶接部近傍においては降伏点近くになることから考えると、特に溶融亜鉛メッキの桁の残留応力が大きいとは考えられない。また、ウェブの応力分布状態についても、水平スチフナーの存在を考えると、分布状態が溶融亜鉛メッキにより変化したとは考えられない。

参考文献

- 近藤、日浦、菊池：溶接 I 形断面部材の残留応力の推定に関する報告、土木学会論文報告集VOL.288(1979.9)
- 菊池、近藤：伊勢湾大橋と溶接橋梁の問題点
溶接学会誌VOL.45, No.2(1976.2)
- 森脇、藤野：初期不整を有するプレートガーダーのせん断強度に関する実験的研究
土木学会論文報告集VOL.249(1976.6)