

I—16 吊金具取付け部の耐力実験と応力解析

函館ブック(株) 正員 安孫子 仁志
函館ブック(株) 菊地 明憲

1. まえがき

本実験にて対象としたのは、箱桁橋の仮組、輸送、現地架設時に用いられる直接吊りの場合の、吊金具の取付け部である。取付けに際しては、ウェブまたは構りブ等の剛性を期待し、それらの直上に設けるのが通例である。しかし部材構成としては、剛性の小さな薄板フランジを挟み、吊金具とウェブが交差する特殊な形状である為、吊金具溶接部及び直下のウェブ溶接部にどのような荷重伝達が行われるかを把握する事は難しい。従って本実験では、図2に示す形状のモデルを作成し耐力実験を行うことにより、荷重伝達の状況を確認した。

併せて実験と実際形状及び実载荷状態との相違を比較、検討する為、有限要素法による応力解析を行った。

2. 耐力實驗

実験モデルとしては、引張荷重のみを伝えるものとし、対称構造とした。供試体1は横リブ及び縦リブ等による拘束のないものであり、供試体2はこれらの拘束を考慮したものである。尚、モデル使用部材は図1に示した実設計例での板厚を用いた。また吊り荷重は、片吊り時を想定して最大10トンとし、吊金具は15トン用を用いた。荷重載荷は下記の要領で行った。また歪測定は初期亀裂発生まで各荷重段階で行い、測定位置は実験に先立ち行ったFEM解析結果を考慮し決定した。尚、実験に先立ち、供試体溶接部での割れがない事を、カラーチェックにより確認した。

吊金具	28 mm
ウェブ	10 mm
フランジ	12 mm

図1 箱桁橋の吊上げ図

3^{トン} → 10^{トン} → 15^{トン} → 25^{トン} → 50^{トン} → 亀裂発生 → 破断

3. 實驗結果

(1) 吊金具溶接部

測定位置は溶接部直上(フランジ面上 20 mm)とした。図3に吊金具の荷重方向歪量を示した。歪は載荷荷重 25 トンまでは中心から片側 50 mm 程度の範囲に集積し、また荷重 50 トンにおいても概ね上記の範囲に荷重分担が成されている。

従、て、吊金具取付け部の溶接線全長
この荷重分担は期待できず、中央部の極めて狭い範囲に荷重が集中すると思われる。

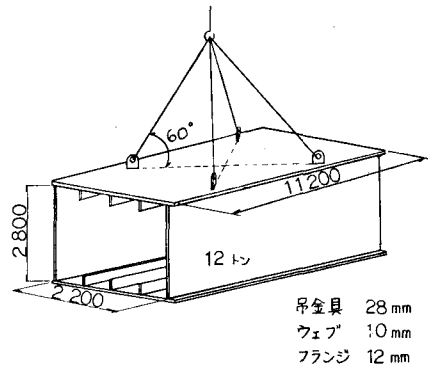


図1 箱桁橋の吊上げ図

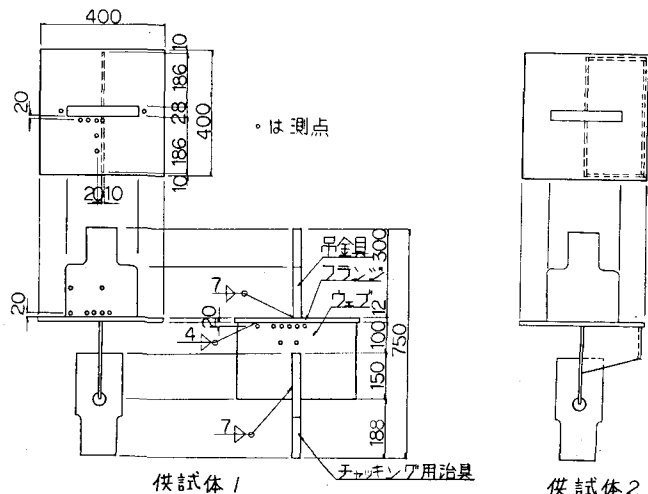


图 2

(2) ウェブ及び溶接部

測定位置は溶接部直下(フランジ面より20mm)とした。ウェブの場合にも図4に示すように吊金具と同様、荷重分担は中央部分の極めて狭い範囲になされている。

(3) フランジ

図5.1～5.4に、フランジ上面での歪分布を示す。使用状態(15トン程度)までは、フランジの歪量は極めて小さく、25トン載荷を越えると若干フランジ面の変形を伴う為に、中心より半径60mm程度の位置で、歪方向の半転が生じている。この事より吊金具溶接部の伸びは25トン以上から始まり、50トン位でかなり明確に現われている事が歪分布から推測できる。

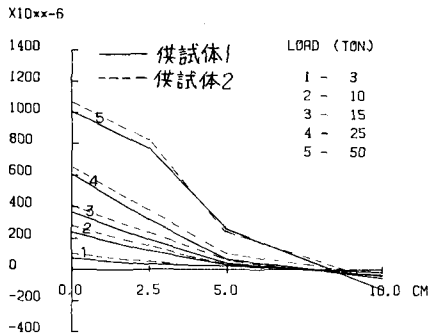


図3 吊金具歪分布

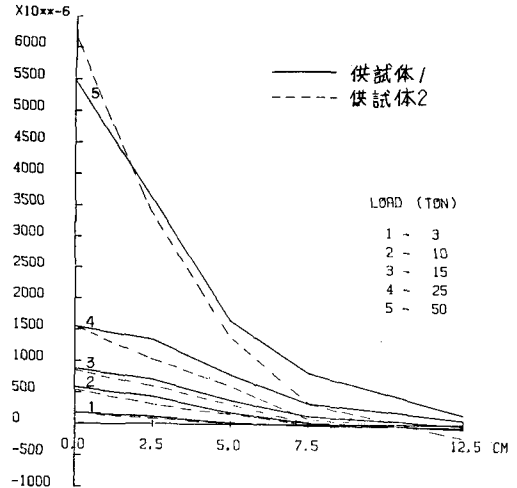
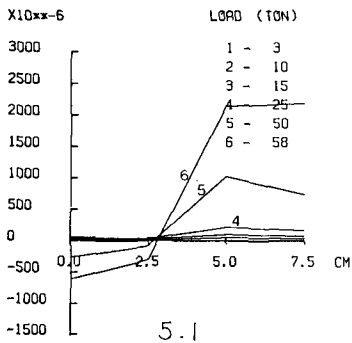
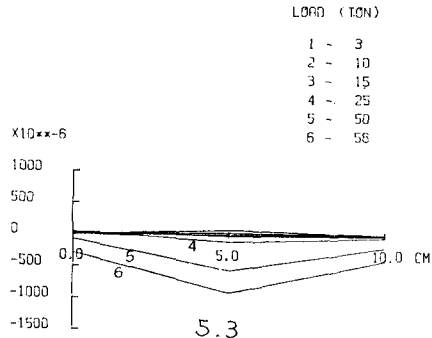


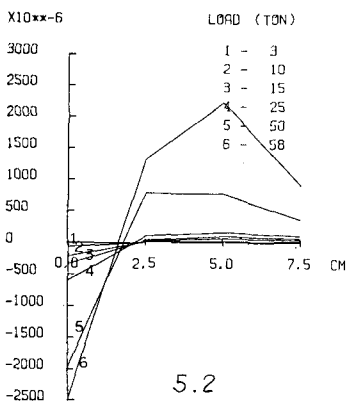
図4 ウェブ歪分布



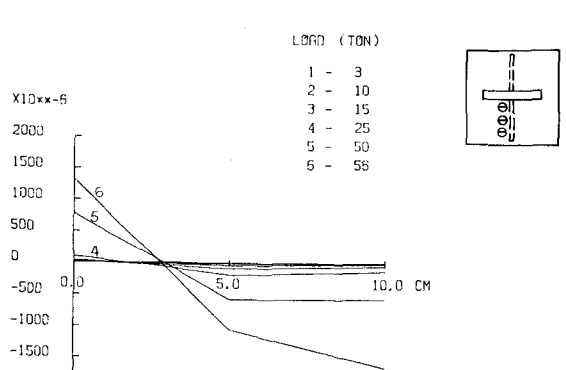
5.1



5.3



5.2



5.4

図5 フランジ上面歪分布

(4) 破断状態の検討

破断状態を写真1, 2に示す。初期亀裂発生荷重は供試体1において約60トン、供試体2において78トンであり、フランジ部の剛性を高める事によつて、最終耐力を上げる事は可能と思われる。しかし図3、図4に示す様に、実際使用荷重においてあまり差はないと考える。破断面は写真で見える様に、中央部においては、すみ肉溶接のど部と約45°のせん断破壊を示し、以後フランジの変形に伴い、吊金具面に沿ったねじれ破壊に移行している。供試体1では破壊はウェブ軸に対称称に進むが、供試体2においてはフランジ剛性を高めた側に破壊は進む。溶接のど部でのせん断破壊は中央部30mm～50mm位の範囲に起こり、以後100mm程度の範囲でねじれ破壊に移行している。従つて本実験に関して、吊金具溶接部の有効長さは中央部50mm程度と考えられる。

尚最終検査として、ウェブ溶接部に関し湿式マグナによる亀裂発生の確認を行ったが、損傷はなかった。

4. 有限要素法による応力解析

通常、吊金具を取付ける場合、吊金具中心をウェブ直上に設ける事は困難であり、偏心する事が多い。またイコライザーを使用した場合を除き、ワイヤー角度60°以内で吊る事になる。この様な影響を考慮する為、有限要素法による応力解析を行った。

荷重条件としては吊り荷重を15トン、ワイヤー角度60°とし、それによる水平力を7.5トンとした。また部材仕様は実験供試体と同一としたが、吊金具に関しては幅250mmと150mmの2ケースとした。

(1) 吊金具

図7.1に鉛直力作用時の応力分布を示すが、ウェブとのクロス部分で大きな応力が生じ、同時に端部でも大きな曲げ応力が生じている。また図7.2に水平力による鉛直方向応力を示すが、この曲げ応力は吊金具両端部から約50mmの範囲で分布している。図7.3に示す両荷重合成時では、曲げ応力はそれぞれ相殺される為に両端部での鉛直力は極めて小さく、結果としてウェブ点での応力集中が問題となる。これらの引張応力はフランジ面上50mm程度離れると吊金具全幅に均等に分布する。従つて吊金具取付け溶接部に関しては、ウェブ上

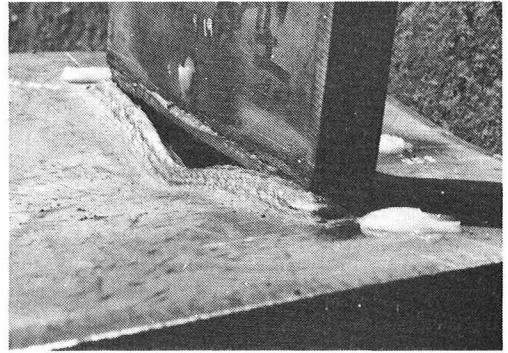


写真1 (供試体1 破断状況)

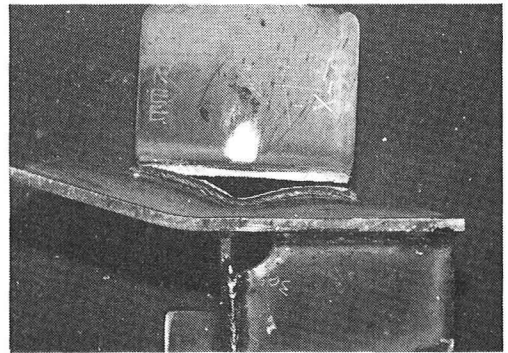


写真2 (供試体2 破断状況)

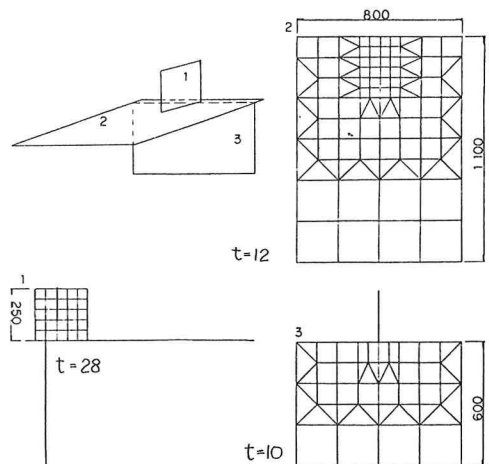


図6 解析モデル図

片側50mm程度の範囲内に荷重が分担され、これは実験結果の範囲と一致している。

図中点線で示したのは、吊金具幅を150mmとしたものであり、図7.3で見る限り有効範囲は変わらない。

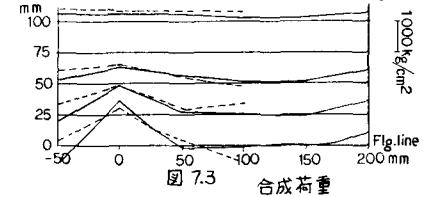
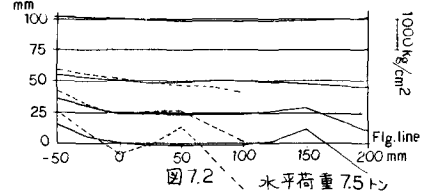
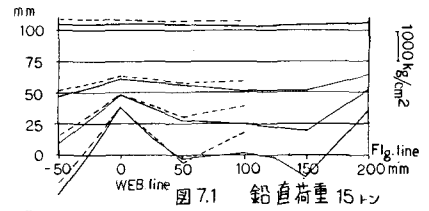
(2) ウェブ

ウェブ面ごの応力は図8.1～8.3に示す様に、吊金具取付け直下で約100mmの範囲に応力が集中している。またフランジ面より200mm程度の距離においては、ウェブ全幅に応力が分散している。

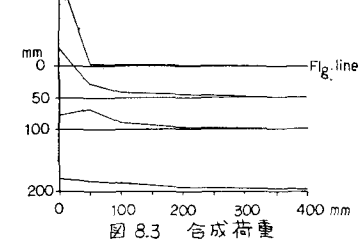
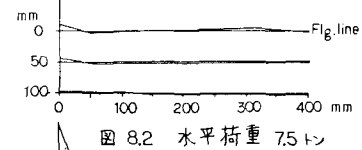
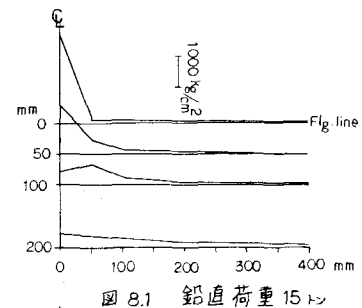
5. まとめ

今回の実験では、モデル形状は実際の吊り状況に比べ非常に単純化された構造を用いたが、実際の吊り状況を想定したFEM解析結果と併せて検討した結果、次の事に留意する必要があると思われる。

- (1) 横リブ等の拘束があるないにかかわらず、吊金具における歪分布は略同様である。
- (2) 吊金具取付け溶接部及びウェブ溶接部の荷重伝達範囲は約100mm程度に集中している。
- (3) 吊金具、ウェブ共に荷重増加による塑性域の進展は(2)に集中し、弾性部分ごの荷重分担は期待できない。
従って溶接部の荷重に抵抗する有効範囲は、極めて狭い範囲に限られる。
- (4) 吊金具の幅に関しては、明らかに有効幅が存在すると考えられ、今回のモデルに関しては100～150mm程度の範囲であると思われる。
- (5) 吊金具の板厚及び形状は、ピン孔の支圧、端抜け、定着部の曲げ等により決定されるが、吊金具をウェブ直上に取付ける場合には、100mm程度の範囲で十分な溶接脚長をとるのが望ましいと思われる。



吊金具応力分布図



ウェブ応力分布図