

首都高速道路公団	正員	加藤	正晴
首都高速道路公団	正員	○小村	敏
首都高速道路公団	正員	矢作	枢
川田工業株式会社	正員	笹川	滋

1. まえがき

都市内の高架構造において、その高架構造に有利な線形を選定することは諸般の事情により非常に難しい。その線形により定められた支間長から適当な桁高を選んだ場合、橋脚の位置の制限や、街路の建築限界から、橋脚上で桁を切欠いたり、桁を橋脚に腹付けしたりしてその制限内に収める方法が採用される事がある。桁を切欠く方法は、簡単で良く使われる割りに、その詳細について慎重な考慮が払われている例は少ない。

そこで首都高速道路7号線723工区(その2)において、この構造が採用されたのを機会に、鈑桁切欠き部の応力分布および好ましい切欠き形状について一般的な形で調査研究を行うこととした。本発表はその序論部で2~3の形状につき模型実験を行ない、有限要素法による数値計算との比較を行つたものを述べている。

2. 実験方法

供試体は上記工区BR2-4をモデルとして選び切欠き部付近を取り出してこれを $\frac{1}{4}$ 程度に縮尺し、SS41を用いて製作した。尚、好ましい切欠き形状を知るため、隅角部の形状及び切欠き深さを変化させたものを加えて図-2に示す12種類の供試体を各1個作成した。

荷重装置として図-1に示す様な荷重フレームを製作した。供試体は荷重フレームに片持梁として剛結し単純梁と同じ応力状態となる様支承部に油圧ジャッキで上向きの力を加えた。

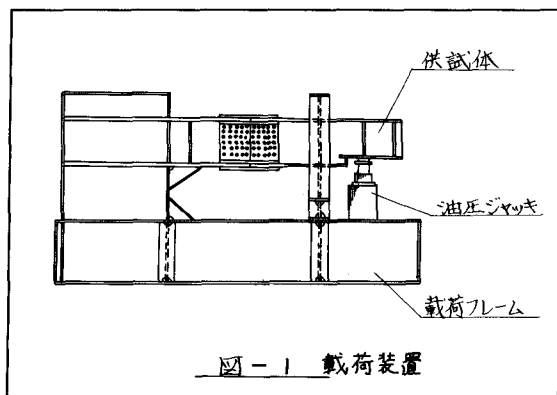


図-1 荷重装置

測定は主としてひずみに関して行い、フランジには単軸の、ウェブにはロゼット型のストレインゲージを貼布して測定を行つた。

3. 解析方法

解析には有限要素法を用い、平板を立体的に組立てた形で解析を進めたが、その要素特性は、次の様な仮定にもとづいている。

- (1) 平板を三角形要素に分割し、それぞれあらためてそれらの頂点で結合した構造とみなした。
- (2) 鈑桁の様な薄肉構造物は、面内剛性に比べ面外剛性は無視できると考え、これを無視した。
- (3) 要素内の応力が急変しない様に三角形要素に分割し、要素内のひずみを一定と仮定した。

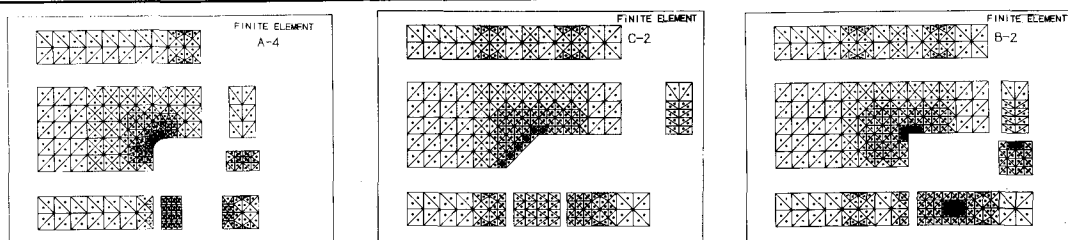
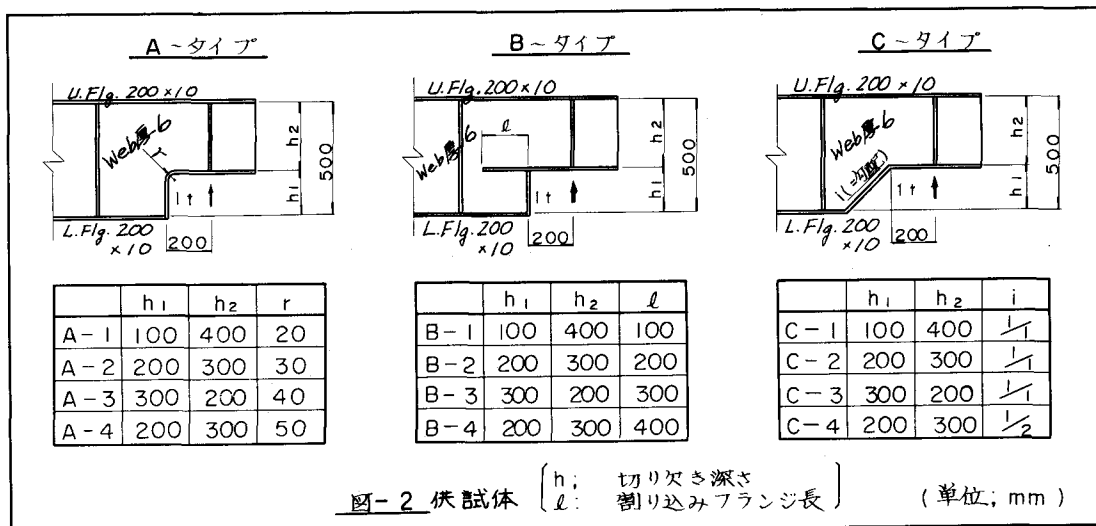


図-3 三角形要素分割図

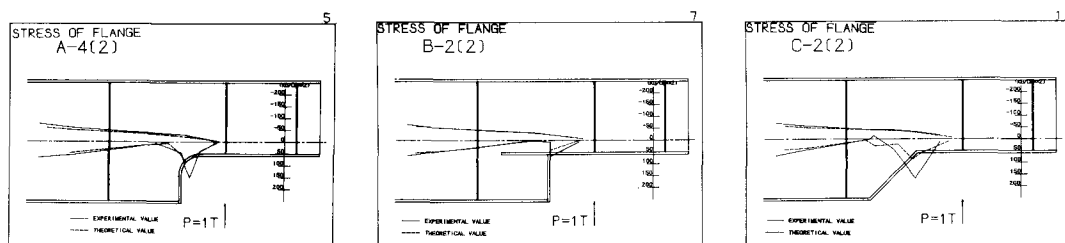


図-4 フランジに沿う応力分布の代表例

図-3 には、三角形要素に分割した供試体の代表例を示してある。

4. 実験及び解析結果

(1) フランジに沿う応力

タイプAの隅角部の円弧半径と円弧内に生ずる最大主応力の関係は、実験では比較対象となる供試体がA-2、A-4の2本しかなかった為、明確なものとはつかみ得なかった。さらにゲージ貼付位置が、供試体の形状上貼付不能な場合もあり、必ずしも最大主応力を生ずる位置と一致しない為つかみ得ない事もあった。当然ながら有限要素法によれば、円弧半径が大きい程応力集中を避け易いという結果が得られた。

タイプBで隅角部に生ずる応力は切欠き深さが同一の場合、割り込みフランジが長い程小さくなっている。しかしこの長さもある程度の長さ、すなわち切欠き深さ程度あれば、十分隅角部フランジの

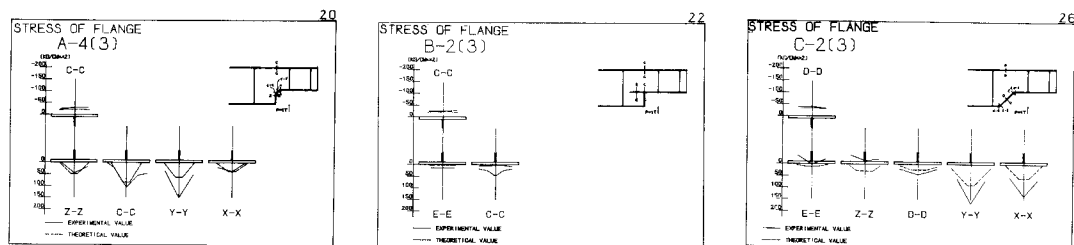


図-5 フランジ幅方向の応力分布の代表例

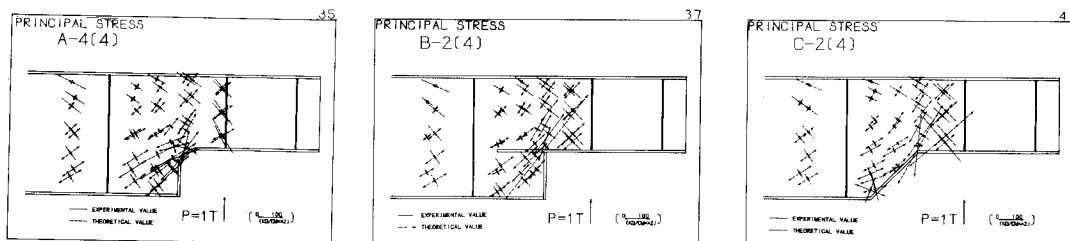


図-6 ウェブの主応力線図の代表例

応力集中を緩和できることが測定された。

タイプCで隅角部の勾配が応力集中に与える影響は、実験と解析では全く異っており明確な結論は得られなかつた。図-4に示される様に隅角部下フランジ近傍の応力が、実験では圧縮、解析では引張になつてゐる箇所がある。これは有限要素法では下フランジ板厚方向の平均応力が計算される為図-8に示されるような面外の曲げを受けた場合、平均応力で卓越された応力変が示されるのに対し、実測では下フランジ下面の応力が測定されるのでこの結果になつたと思われる。

以上を総合すると桁切欠きによる応力攪乱の影響は、上フランジではあまり見られず、下フランジは隅角部より桁軸方向に桁高程度離れるとその影響はほとんどなくなるといえる。ただ図-7よりわかる様にタイプBがA、Cよりも隅角部における応力集中度が小さいので一番望ましい形状と云えよう。この理由としてはタイプBにおいて割り込みフランジが応力分散に役立ち応力集中を避けたということがあげられると思う。

(2) ウェブの応力

図-6より全般にウェブの主応力の大きさや方向について実験と解析がほぼ一致しているといえる。実験値からのみ判断するとタイプBが最も良い隅角形状を示している。しかしこれは、ゲージを貼付した位置なのであつて解析値を示す図-6よりみるとタイプB、Cのように屈折した隅角形状のウェブでは溶接その他によりゲージを貼付できない測定箇所とは別の処で相当大きな主応力を生じている。特にタイプBがその傾向が大きくAが一番小さい。この点は有限要素法では板の厚み、溶接による

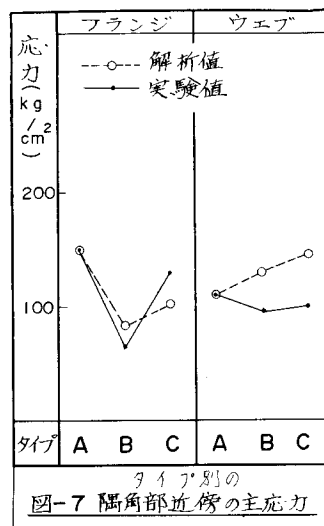


図-7 タイプCの隅角部近傍の主応力

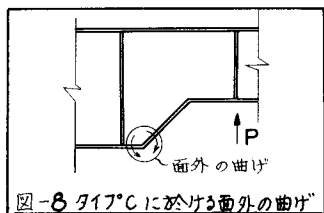


図-8 タイプCに於ける面外の曲げ

板厚の増加、面外の曲げ剛性等を考慮していないので応力集中が生じていると想像される。しかし実際には図-9に示す様に応力の流れをよくする溶接部があり解析値を下回る応力が作用していると予想される。

(3) フランジ巾方向の応力分布

上フランジについては、実際値、解析値ともタイプによる差はない。下フランジについてみるとタイプAでウェブ線上の応力が端より数倍も大きくなっている。タイプCは値そのものはAより小さいが分布が不均一で時にW型になる事もあるのに対し、タイプBは応力分布も均一でかつ値そのものもAよりさらに低い。従つてその面でもタイプBが好ましい形状といえよう。

(4) 結論

以上をまとめると有限要素法による解析結果と実験値は、解析モデルと実験モデルの差異を考慮に入れると比較的一致しているといえる。従つてこの解析法を用いると、ある程度の定性的値が得られると推論できる。

応力集中度からみるとフランジに関してタイプBが、ウェブに関してタイプAが比較的良い隅角形状といえる。その集中度を減ずる方法としては図-10に示されるタイプA、Bを補強した2つの形状が考えられる。しかしフランジとウェブの応力集中度の程度を比較し、製作の容易さ、タイプAで円弧を大きくした場合に桁高の低い部分が大きくなることを考えた場合には、タイプBが一番推奨できる形と考えられる。

5. あとがき

以上の結果から今後解析すべき形としてタイプBを選び、図-10(b)の形で形状寸法を色々と変化させ、さらに進んだ解析を行つた。その解析結果については「鈹桁端部切欠部の応力分布(その2)」を参照されたい。

尚 本実験は前首都高速道路公団(現建設省)岡田哲夫氏により計画されたものであることを付記する。

