

ただし前回は解析方法を確立するために行つた予備試験を除いて、計算結果によつてのみ判断したのであり、実例によつて確かめたわけではなかつた。そこで今回は特に◇のタイプについて模型実験をおこない、有限要素法による理論解析と実測値が合うことを確認すると共に、模型桁（桁高500mm）の外、コンクリート床版の付いた実際に使われる大きさの桁（桁高2000mm）について、切欠き深さ、割込みフランジ長さ、ウェブとフランジの断面等の変化の影響をしらべ、このような切欠き部の設計方法および注意点を提出するものである。

2 解析桁の種類

図1にこれまで解析をおこなつてきた様々な断面構成をもつ解析桁を示す。

この内、タイプ1およびタイプ20～31が実際に使用するものに近い断面の桁である。

3 実験結果

今回解析結果と照合するため実験をおこなつた桁は、図1の内、タイプ1および7である。

実験方法は文献1)と全く同じであるので説明は省略する。

図2,3に、実測値と解析値を示すが、これから実測値と解析値は、よく一致していることがわかる。したがつて◇タイプについての有限要素法による解析は、

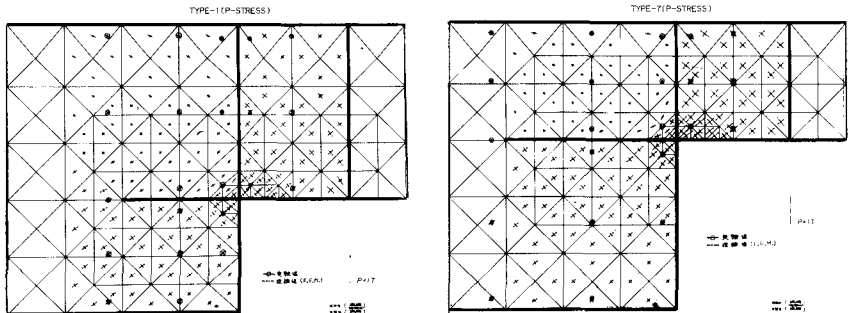
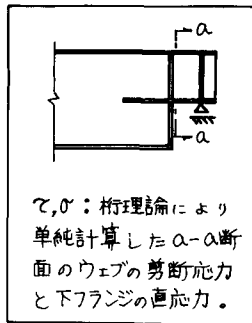


図2 主応力の比較

正しい解析と言えるであろう。

図4に、たわみの実測値を示すがこの供試桁においては、単純計算による降伏荷重よりかなり低い荷重で、降伏が始まっていることがわかる。



注：桁理論により単純計算した a - a 断面のウェブの剪断応力と下フランジの直応力。

4 解析結果

各桁の解析結果は、文献2)と図5の単純計算

同様に応力集中度で比較する。ただしここで言う応力集中度とは、有限要素法によつて求めた最大応力度と、図5に示すような切欠きの影響を考へない梁の計算応力度との比のことを意味している。

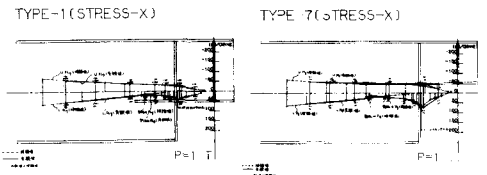


図3 フランジに沿う応力の比較

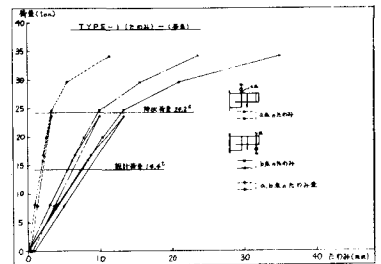


図4 荷重-たわみ関係の実測値

ただし、ウェブの最大直応力度に対しては、前回まではフランジの直応力度との比で表わしていたのに対し、実際に桁の設計をする場合には、この部分の断面は、せん断応力度と直応力度との組合せて決まってくる。そこで今回は、有限要素法による計算結果の $\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_2^2}$ (σ_1, σ_2 ; ウェブの主応力度)と、単純計算による $\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ との比として求めることにした。

この値は図1では●印で示されている。

図6に割込みフランジ長さと応力集中率との関係を示す。左の図は切欠部フランジの最大応力発生点での値であり、右の図はウェブの値である。これを見ると割込みフランジ長の影響は、フランジ応力に対してよりも、ウェブの応力に対しての方が大きいことがわかる。そしてその割込み長さ l は、切欠き深さ a の0.75~1.0倍程度で十分であることがわかる。

図7に桁の切欠き深さと応力集中率との関係を示す。これからフランジの応力集中率は切欠き量が大きくなるにしたがつて小さくなることがわかる。またその値は、切欠き量 a の絶対量によつて直線変化しているようである。ウェブの応力に関しては明らかな傾向は示さない。

図8には、単純計算によるせん断応力度と直応力度との比 τ/σ と、応力集中率との関係を示す。

これによると、ウェブの応力集中率は、 τ/σ が小さくなると、大きくなる傾向にある。これは τ/σ が小さくなると、せん断応力度がウェブ中心部において平均値より大きくなるからであると思われる。

図9~11には、解析結果の一例としてウェブ部分の桁軸方向の応力分布、せん断応力分布、フランジに沿う応力分布を

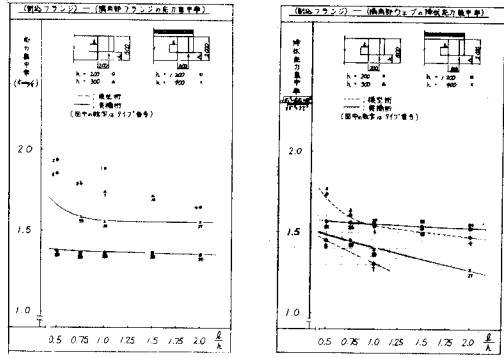


図6 割込みフランジの影響

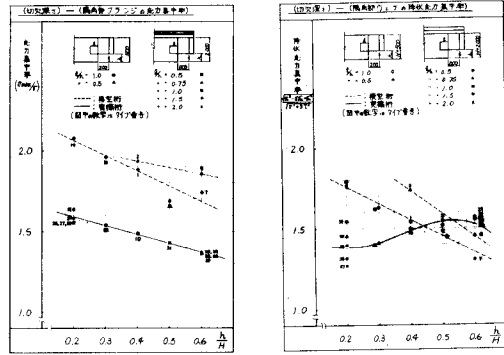


図7 切欠き深さの影響

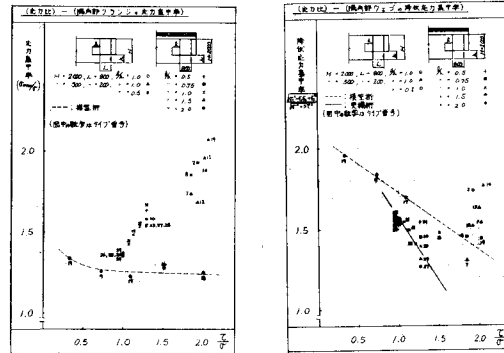


図8 応力比の影響

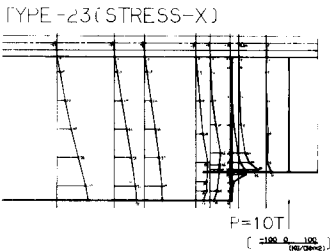


図9 桁断面の桁軸方向の応力分布の一例

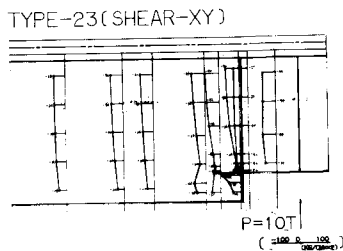


図10 桁断面のせん断応力分布の一例

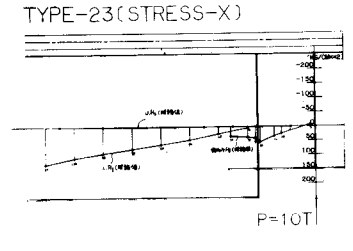


図11 フランジに沿う応力分布の一例


示す。

尚、有限要素法の計算方法については、文献1)を参照されたい。

5 結論

以上述べたように、桁切欠部の最適設計をおこなうため、有限要素法による理論解析と、模型実験によるその理論解析の確認をおこなってきた。

今回の解析、実験、および文献1)2)で解析したものを総合して、桁切欠部の設計方法としては次のように結論できる。

(1) 実用タイプとしては、製作上の有利さもあつて、図12に示すような補強スチフナーをつけた  タイプが良い。

(2) この種の桁のせん断応力度は、応力集中の影響を考慮して、単純計算の値を1.7倍するのが適當である。

(3) 切欠部下フランジの応力度は、応力集中の影響を考慮して、単純計算の値を1.7倍するのが適當である。

(4) 桁切欠部も一般部と同様に、せん断応力度と直応力度との組合せを照査しなければならない。またその時の応力度は、前記(2)、(3)によつて、1.7倍したものをを用いる。

(5) 剛込みフランジ長 l は、桁の切欠き深さ h 程度が良い。

(6) 剛込みフランジ端には、垂直補剛材を設ける必要はない。

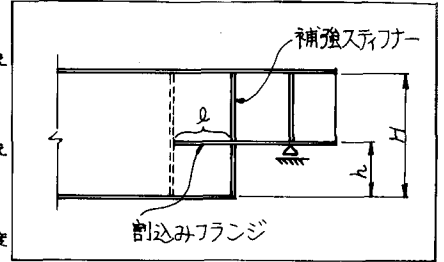


図12 桁切欠き部

6 あとがき

上記結論に従つて設計を行えば、一々有限要素法による面倒な設計を行わずとも、安全な構造物を簡単に設計できる。ただし今回の解析では、切欠量の大きいもので中立軸が床版の中に入る場合にはコンクリートが引張に抵抗するとしている。これによる影響はあまり大きくないと考えられるが、この点については別の機会に検討してみたいと考える。

1) 加藤正晴・小村敏・矢作枢・窪川滋：鉄桁端部切欠部の応力分布(その1)，才26回年次学術講演会講演概要，土木学会，昭和46年10月 P 641

2) 加藤正晴・小村敏・三浦尚・窪川滋：鉄桁端部切欠部の応力分布(その2)，才26回年次学術講演会講演概要，土木学会，昭和46年10月 P 645