

I. まえがき

本論文は、鋼アーチのリアの材質および断面を部分変化させることによる耐荷力の増減を調べたものである。2ヒンジアーチでは、一般に塑性域は各点付近に集中することから、より経済的な設計を行なうために、各点付近以外の部分は

1. 低強度の材料のみを用いた、いわゆるハイブリッドタイプ
2. 材質は変えずに、断面積および断面2次モーメントを減少させた変断面タイプ

として、両者について計算を行なった。

解析では、有限変形および塑性域の拡がりを考慮し、有限変形の影響は逐次近似法により、また塑性変形の影響は、曲げ剛性と有効断面積の低下率に換算することにより、同様に逐次近似法により計算している。計算方法の詳細は、参考文献を参照されたい。

II. 計算結果

計算で用いたハイブリッドおよび変断面タイプアーチはFig.1で示している。変断面タイプのものであるが、降伏応力 σ_y を2400, 3600, 4800 kg/cm²の3種類について計算を行なっている。以下の計算結果はすべて放物線アーチで、ライズ-スパン比 $\frac{f}{l}$ は0.15としてあり、荷重状態はFig.2のSENSの0.5と0.99に対して求めたものである。ここで R_0 は、等断面アーチのスプリングヤークの軸力による降伏するような等分布荷重 $R_0 = 2A\sigma_y / \sqrt{\frac{1}{16}(\frac{f}{l})^2 + 1}$ である。なおサンドイッチ断面に対しては、溶接における残留応力および歪硬化の影響も考慮している。

II-1. 材質の影響

Fig.3,4は、サンドイッチ断面について、耐荷力-細長比-断面変化の関係を示すものである。Fig.3より、荷重状態のSENS=0.99の場合、アーチリア全体に高強度な材料を用いると細長比 λ が大きくなるにしたい、その効果はあることがわかる。 $\sigma_y=2400$ kg/cm²を用いた場合に比べると、これは $\lambda=200$ において、 $\sigma_y=3600$ kg/cm²では14~15%、 $\sigma_y=4800$ kg/cm²では40%程度であり、矩形断面では、ややそれを上回る。同様に $\lambda=200$ においてSENS=0.5の場合には $\sigma_y=3600$ kg/cm²では11~14%、 $\sigma_y=4800$ kg/cm²では20~25%程度である。これは細長比が大きくなるにしたい、変形が大きくなり変形量から耐荷力が定まるようになり、材質の強度が充分発揮されないうえと知られる。

ハイブリッドタイプのものであるが、細長比 λ が小さい場合、常に荷重状態のSENS=0.99の時、耐荷力が著しく劣っていることがわかる。しかし、 λ が大きい範囲では、荷重状態によらずハイブリッドタイプ1のものであるアーチリア全体に $\sigma_y=3600$ kg/cm²を用いたもの、またハイブリッドタイプ2のものである $\sigma_y=4800$ kg/cm²を用いたものの耐

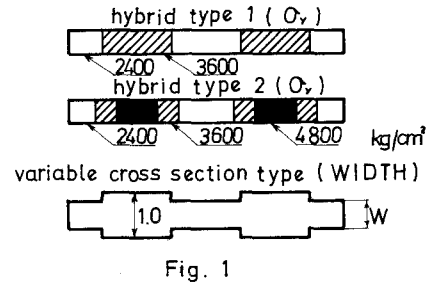


Fig. 1

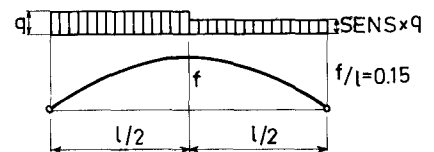


Fig. 2

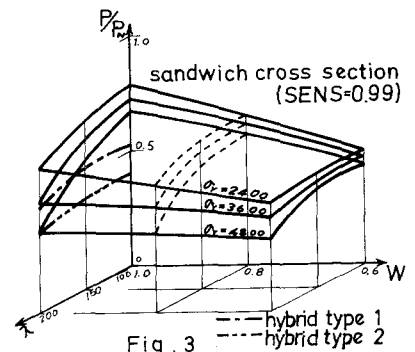


Fig. 3

荷力に λ が小く近し、 $\lambda=200$ ではほとんど λ の差がみられ
ない。Fig. 5 には、 $\sigma_y=2400 \text{ kg/cm}^2$ を用いた時の P_u によって無次元
化した耐力力と断面変化との関係を示すものであるが、これより
 $\text{SENS}=0.99$ 、 $\lambda=200$ では耐力力 λ も α の値は $\sigma_y=2400 \text{ kg/cm}^2$ の
場合を除きほぼ一致していることさらにハイブリッドタイ
プ 1, 2 の耐力力に細長比による差があまり差がないことがわか
る。以上のことは、細長比 λ が大きくなるにつれ変形が大き
くなることと他に、荷重状態が $\text{SENS}=0.99$ での軸力の影響が大きく
塑性域の拡がりも $\text{SENS}=0.5$ の時ほど各点付近に集中していないこ
とから、材質が変化している部分が弱点となり、そのためではな
いかと考えられる。

II-2. 断面の部分変化の影響

Fig. 6, 7 は等断面 α も α に対して、 $1/4$ 点付近以外の断面積および
断面二次モーメントを 8 割に 6 割に低減させたものについて耐力
力 P_u を示している。8 割に低減させたものでは、荷重状態が
 $\text{SENS}=0.5$ の時等断面 α も α と耐力力にほとんど差がみられない。また
 $\lambda=200$ 荷重状態が $\text{SENS}=0.99$ の時には、矩形断面も含め $\sigma_y=2400 \text{ kg/cm}^2$
を用いたものでは 10% 程度の耐力力 P_u の低下がみられるのに対し
 $\sigma_y=3600, 4800 \text{ kg/cm}^2$ を用いたものでは 4~5% 程度である。6 割に低減
させたものについては、細長比 λ が小さく変形の影響が少ない場
合には耐力力 P_u の低下が著しいこと Fig. 6 よりわかる。この場
合、塑性域の拡がり断面 α 変化点で最も進行している。

III. 結論

1). 一般に、アーチ全体に高強度な材料を用いても、 λ の
効果は充分発揮されない。特に細長比 λ が大きい時、荷重状態によ
っては λ の強度を期待できない場合がある。細長比が小さい範
囲では比較的 λ の材料強度を有効に働かせることができる。

2). ハイブリッドタイプを用いる場合は、細長比が大きい時、
有効である。

3). 変断面タイプも細長比 λ が大きい範囲で有効であるが、 λ
の効果は材質によって多少異なる。

以上のことから同じ耐力力 P_u のアーチに対して高強度な材料を
用いることは 1) で述べたような欠点があるが、断面は小さくで
きる。したがって細長比 λ が大きくなることから、 λ の場合は 2),
3) よりアーチの材質および断面を部分的に変化させるほうがよい
といえる。

参考文献: Shigevu Kuranishi and Le-Wu Lu

「LOAD CARRYING CAPACITY OF TWO HINGED
STEEL ARCHES」

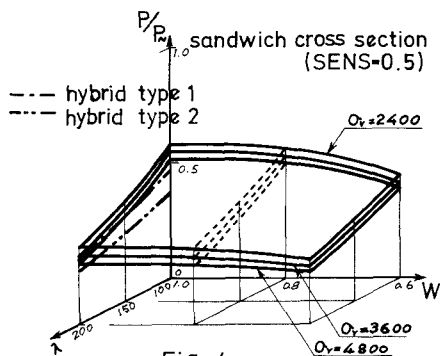


Fig. 4

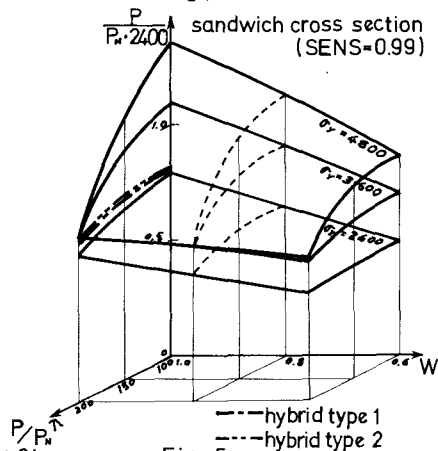


Fig. 5

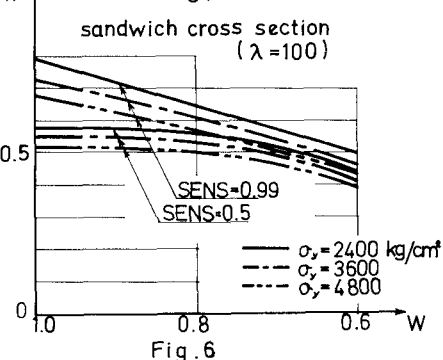


Fig. 6

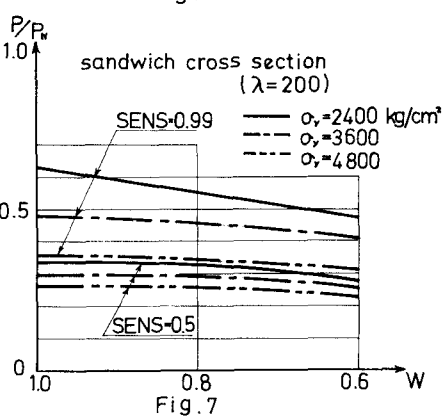


Fig. 7