

I - 89

鋼製橋脚柱屈折部の設計に関する一考察

首都高速道路公団 正会員 宮川浩征
 同 上 正会員 土橋 浩
 NKK日本鋼管(株) 正会員 和田博久

1. はじめに

首都高速道路の高速大宮線浦和第二ランプ付近では、浦和西地下道（浦和所沢立体）のアンダーパス擁壁が既に施工されている。そこで、このアンダーパスを跨ぐ形の門型橋脚による構造を採用しているが、街路側道との立地条件から橋脚の一部を地中部で折り曲げることとなった。橋脚の構造一般図を図-1に示す。

一般に、隅角部（折れ角 90° ）の設計は、奥村・石沢の方法¹⁾により慣用計算が行われているが、近年構造の複雑化にともない特殊な隅角部の出現が設計をさらに複雑にしている。今回、柱部が途中で折れ曲がり、その折れ角が 41° となるためその設計手法に関して別途検討する必要がある。

折れ柱部の設計方法としては、直線部材として通常の断面計算を行ったのち、せん断遅れおよび応力集中の影響を考慮し、フランジ、ウェブを増厚する方法が考えられるが、これらの手法に対して定量的な検討がなされたケースは少なく、個々の設計においてFEM解析等により照査されているのが現状であり、設計手法の確立には未だ到っていない。そこで、折れ角を有する橋脚柱に対し定量的なアプローチを行いその一般化が必要となる。

本研究は、都市内交通で標準的な上部工を支える橋脚を対象とし、折れ角を0度から60度の範囲として、折れ柱の設計において重要となるフランジのせん断遅れおよびウェブの応力集中等による影響を把握するため、FEM解析により検討した結果を報告するものである。

2. 解析モデル

解析モデルは、図-2に示すように5径間連続鋼箱桁立体ラーメン構造の中から柱屈折部を取り出した部分モデルとした。FEM解析は、CRC社のMSC/NASTRANを使用した。

以下に解析条件を示す。

- (1) 3次元モデルとした。
- (2) モデル化の範囲は、下方は柱基部とし、上方は折れ部から3.5メートルまでとした。
- (3) 縦リブは断面積および曲げ剛性を持つ梁要素とした。
- (4) ダイヤフラムは板要素としてモデル化したが、開口部はモデル化の対象から除外した。また、その方向は、折れ角度を2等分する方向とした。
- (5) 橋脚基部は、橋脚基部プレートの断面積を有するロッド要素とした。

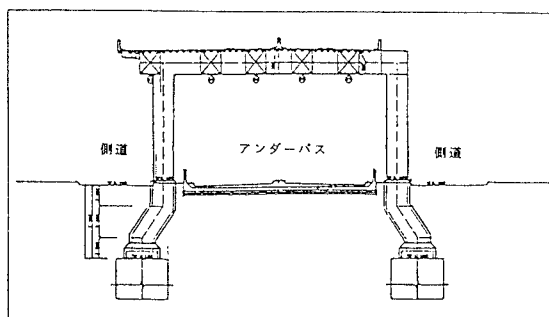


図-1 橋脚構造一般図

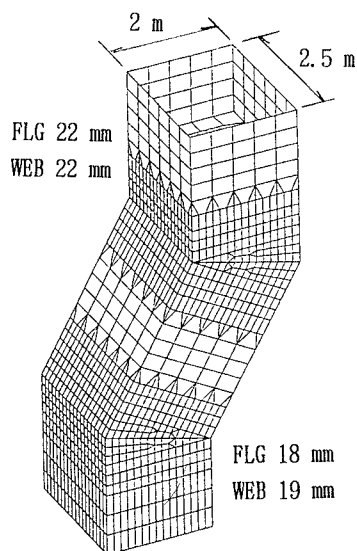


図-2 解析モデル例

（6）作用力は、その断面の決定断面力であり荷重ケースは常時で、合成応力度により決定されている。

3. 解析結果

解析結果を表-1に示す。ここで応力集中係数を主応力とVon-Mises 相当応力の両者で”（FEM解析値）／（一般部としての計算値）”と定義し、厳しい方の値を採用する。

この解析結果を図-3、図-4に示すが、上柱折れ部、下柱折れ部ともにウェブの応力集中係数は0度から60度の変化に対してほぼ直線的に増加しているが、フランジの応力集中係数は30度から60度の変化に対しほとんど変化していないことがわかる。

4. 考察

柱屈折部において、フランジの軸力は方向を変える際フランジの面内成分と面外成分とに分かれる。この面外成分は屈折部ダイヤフラムにより伝達されるが、ダイヤフラムが有効に機能した場合フランジで負担している力はスムーズに折れ部をはさんで流れ、せん断遅れの影響が小さくなる。逆に、この面外成分がダイヤフラムにより有効に伝達されない場合、フランジ軸力は方向を変えるためウェブを介して応力が流れることになり、ウェブ近傍のフランジに応力集中、せん断遅れの影響が大きくなると考えられる。

今回の解析結果からも折れ角が大きくなるにしたがい、折れ部に発生するフランジ軸力の面外成分が大きくなりせん断遅れおよび応力集中の影響が大きくなり、これにともない応力集中係数が大きくなっている。この際、角度が大きくなるにしたがってフランジの軸力分担率は下がり、逆にウェブの軸力分担率が上がっていることがわかる。したがって折れ角が大きくなるにしたがい屈折部に設けられるダイヤフラムの役割も重要な要素となり、その設計法も十分に検討される必要がある。

また、フランジ、ウェブは垂直応力度がせん断応力度に比べ卓越しているため、応力集中に関して主応力度が重要な指標になる。一方、ダイヤフラムは垂直応力度およびせん断応力度の両方が作用しているためVon-Mises 相当応力度が重要な指標となる。

5. おわりに

今回は、折れ柱の角度をパラメータとし応力集中係数に対する影響の比較を行ったが、今後橋脚の断面寸法、構造形式や折れ角の位置により断面力の特性が大幅に異なる場合の応力集中係数を検討していく予定である。さらに、折れ柱の応力集中係数と隅角部として設計した場合の応力集中係数との整合性についても検討を行い、折れ柱の設計手法を提案していく予定である。

〔参考文献〕奥村、石沢：薄板ラーメン隅角部の応力計算について、土木学会論文集、第153号(1968.5)

表-1 応力集中係数

	上折れ部		下折れ部	
折れ角度	FLG	WEB	FLG	WEB
30度	1.48	1.61	1.51	1.67
41度	1.47	1.81	1.50	1.85
60度	1.59	2.31	1.55	2.32

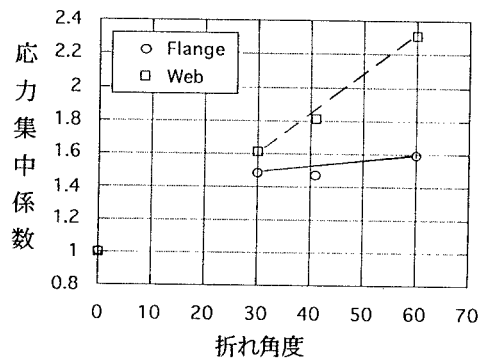


図-3 上柱折れ部

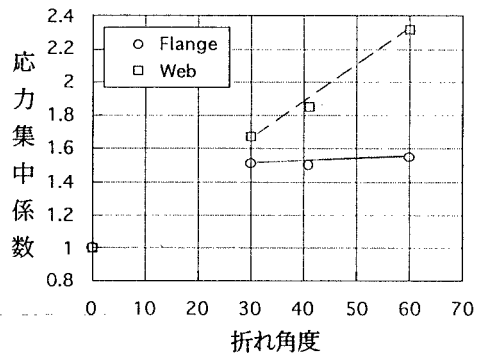


図-4 下柱折れ部