

首都高速道路公団 正会員 石沢正俊
〃 山寺徳明
〃 椎泰敏

1 ま え が き

従来高架橋の主流は単純桁橋であり、たとえ連続桁橋でも3～4方向とまりであった。しかしながら、伸縮縫から発生する騒音、振動あるいは維持補修上の問題あるいは走行性、耐震性といった問題から見直しがなされるようになった。首都高速道路公団では、これらの観点から多方向連続桁橋の可能性について、数年来研究調査を重ねて来たがかなりの経年数の連続桁橋の設計が可能であることの結論を得ている。^{注)} 参考資料。

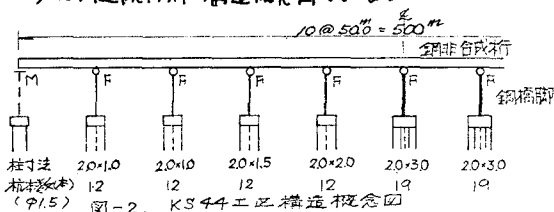
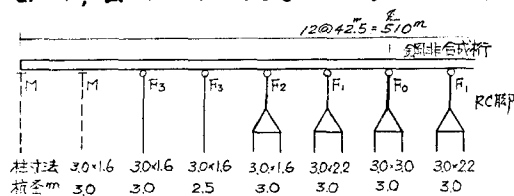
葛飾川口線においては、連続桁橋を基調とする方針を立てたが、なかでも条件のそろった区段では、可能な限り多方向とすることにした。今回KT38工区ではスパン42.5mの12方向、橋長510m、KS44工区ではスパン約50mの10方向、橋長500mの多方向連続桁橋を設計することになったが、本報までには多方向橋の基本的設計方針、特に上下部一体としての解析、地盤と構造物の相互作用を考えた設計方針等について、KT38工区の例を中心に記述する。

2. 多方向連続桁橋の形式

多方向橋といっても種々の形式が考えられる。すなわち、1～2基を固定脚、他を可動脚とし地震時の水平力を固定脚に集中させる集中方式、多数の脚を固定脚とし水平力を分散させる分散方式が考えられる。分散方式には固定脚をフレキシブルな脚とし温度変化に追従する柔橋脚方式、あるいは地震時水平力を分散し、温度変化による伸縮は自由に許す特殊支承（ダンパー等）を使った方式等が考えられる。

このうちいくつか考えられる形式の中から本工区の条件の適した方式を選ぶわけであるが、集中方式はこのように長大な橋長の場合には、固定脚断面が過大になること、分散方式でも特殊支承等を使用するには研究不足であることなどの理由から形式としては分散方式の柔橋脚方式とすることとした。

図-1、図-2は、KT38工区およびKS44工区の多方向連続桁橋・構造概念図である。



温度変化による水平力と、地震時水平力とのバランスを考える必要があり、温度の影響の少ない中央脚を剛な脚とし、影響の大きな端部は柔な脚、更に外側は可動となっている。一般の高架橋では均等なバネの橋脚で設計することは難かしい。KT38工区の場合にはコンクリート橋脚と比較的剛な橋脚であるため上記のような結果であるが、鋼橋脚の場合には最端脚のみが可動脚で他はヒンジ固定脚、但し不均等バネ橋脚で設計することも可能である。

3. 多方向橋の設計方針

多方向の多方向橋は、上部構造、橋脚、基礎の剛度そして地盤の性状が複雑に影響しあう自由度の高い構造体である。従って、設計の段階ではかなりの試行錯誤によりそれぞれのファクターを決定する必要がある。

KT38工区では図-1に示すような基礎杭には大口至杭の組杭あるいは単杭を使用しているが、このような場合は特に基礎構造の変形を地盤の性状と関連させてとらえる必要がある。

こゝろ多至間橋の設計の過程においては、種々特殊な設計思想を取る必要があり、また留意しなければならぬ点がいくつかあるが、以下順述べてそれらについて述べる。

3-1. 温度変化中の取り扱い

前述のように多至間橋においては温度変化による影響が大である。道路橋示方書の温度変化中の標準は、 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ であり、架設時の温度が予測できない場合は 23.5°C であるが、床版完成後の桁温度は直射日光を受ける部分以外では気温に追随すると考えられることから、 $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 25^{\circ}\text{C}$ を考慮すれば十分とした。但し、温度変化単独のケースは 23.5°C とする。

3-2. 横方向地盤反力係数

横方向地盤反力係数、 K 値はその値によっては下部工全体の剛度が変わり全体構造系に影響を及ぼす。 K 値そのものにバラツキがあることからこのような構造系では、 K 値を一つに固定することは危険である。従って現地の地盤条件によて異なるが、ある程度の中、範囲を考慮して設計すべきである。 K はⅢ工区の場合、 43000 の値に対し、 $0.5 \sim 40 \text{ kg/cm}^2$ の範囲で設計を進めた。

一方、 K 値は地震のような速い動きに対する場合と温度変化のように年変化する遅い動きに対する場合とでは値が異なることが推測される。特にこの傾向はシルト質の土の場合に大きい。これらの観点から温度変化に対する K 値は、地震力に対する K 値の $1/2$ とした。

なお、鉛直地盤反力係数についても同様バラツキを考慮すべきで、 K はⅢ工区では、現場打ち 43000 コンクリート杭の鉛直バネを、 $3000 \text{ kg/cm} \sim 9000 \text{ kg/cm}$ の範囲で考えた。桁高、約 3 m 。

3-3. 杭頭の許容変位量

一般にコンクリート杭の杭頭変位量は小さな値に抑えるよう規程されているが、今回の設計ではそれに拘束されない考えを取っている。但し、大变形を許容した場合、杭周辺の地盤は上の方から破壊域、塑性域、そして弾性域となると考えられるが、設計に当ってはこれらの領域を度して設計すべきである。

3-4. 上部構造における床版の取り扱い

今回の多至間橋の上部構造は非合成連続桁である。しかしスラブアンカー程度のすべり止めでも床版と桁との合成効果は 80% を越えるといわれている。前述のように、桁の剛度は全体構造系における大きなファクターであるが、床版が桁と一体と考える場合とそうでないかと考える場合、橋脚上部にかかる水平力は大きく異なる。橋への水平力、桁への軸力を考える場合には、桁と床版とが一体と考えた方が値が大きく、安全側ではある。床版と桁とが一体とすると、床版には圧縮、引張りの応力が生じるがこの応力に留意しなければならない。今回の設計では、温度時で 15 kg/cm^2 程度に抑えている。鋼桁の設計では非合成桁、水平力、軸力はいずれも床版の設計では、合成桁とする考えには矛盾を孕んでいることは否めない。

3-5. 橋脚の設計

脚の設計は、 $KS44$ 工区のように鋼橋脚とした場合比較的容易であるが、コンクリート脚の場合は設計強度 400 kg/cm^2 のコンクリート、鉄筋としては $D51$ などの使用が必要になる場合もある。

4. 多至間連続桁の振動解析

K はⅢ工区の場合静的設計のみとしたが $KS44$ 工区では動的解析を試みた。解析方法は応答スペクトル法、モデルは多変点系の平面モデルとした。解析法等に多少問題はあったが、静的設計法と比較した結果、橋軸方向については、静的設計で十分な安全側の結果を得、また橋軸直角方向についても橋脚剛度の選定次第で静的設計で問題ないという結果を得た。しかしながら、モデル化の問題もあり立体解析が望まれる他、 500 m クラスの橋長では、地震波の位相差を考慮した解析が必要とも考えられ、今後の問題としている。

種々の検討結果については、当日発表会場で示す。

参考資料；榎本、高津、丸山、"高架橋の多至間連続桁の適用可能支間数について" 第12回道路会計、一般論文