

II-6

軟弱地盤における経済的な短径間橋梁について（両端ヒンジ結合型式橋）

建設省佐賀国道工事事務所

高橋 健二

1. まえがき

佐賀平野は我国有数の軟弱地盤で、道路建設にはクリークを横断する小橋梁が多数必要である。そこで短径間橋梁の経済的な設計について検討を加えた結果、筆者の考えた両端ヒンジ結合型式が最も経済的であるという結論を得たので、こゝに報告するものである。

2. 検討した橋梁型式

上部工として、H桁、ホロースラブ、P.C合成桁、プレテンションP.C桁の4種について検討した結果、軟弱地盤のため上部工重量が下部工工費に大きく影響するので、一番軽量のH桁が有利であるとの結論を得た。

下部工については、普通の逆T型橋台と、パイルアバットを用い、土留はP.C版で持たせるものと及び橋長を長くして自然河岸のまゝで持たせるもの（これを盛りこぼし型式と呼ぶ）と、筆者の考えた両端ヒンジ結合型式について検討した。その他ボックス型式についても検討して見た。

3. 両端ヒンジ結合型式について

普通の橋梁は例外なく一端を固定端とし他端を可動端として温度変化による桁の伸縮を自由にしてゐる。橋台は独立して土圧及び地震の水平力に抵抗するため大きなものが必要となつてゐる。

この端部を両方とも固定端とすれば、土圧は両方でバランスし、地震力も受働土圧で抵抗するので、橋台は非常に経済的になるのではないかというのが筆者の発想である。この場合問題になるのは、桁に生ずる応力と、番及びアンカーボルトであるが、この点については後述する。

4. 比較検討の結果

各型式について概算工事費を算出すると別表のとおりで、両端ヒンジ結合方式は普通の型式に比べて非常に経済的である。又盛りこぼし方式は土留方式より高くついているので、土留により橋長を短く出来る場合は土留方式がよい。

5. 両端ヒンジ結合の問題点

5-1. 桁の二次応力

両端をヒンジ結合することによつて桁に生ずる二次応力は、圧縮側は平時の土圧、地震時土圧、及び温度変化により桁が伸びた場合に生ずる受働土圧、引張側は夏施工した場合冬季に温度変化により桁が縮んだ場合の橋台の変位に対する抵抗力によるものである。

圧縮力を生ずる各土圧で最も大きいものは伸びによる受働土圧で、この大きさPは次の通り。

$$P = \frac{w \cdot l^2}{2} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$w \quad 1.8 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \phi \quad 30^\circ \text{ とすると}$$

$$P = \frac{1.8 \times 1.5^2}{2} \cdot \frac{1 + 0.5}{1 - 0.5} = 6.075 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

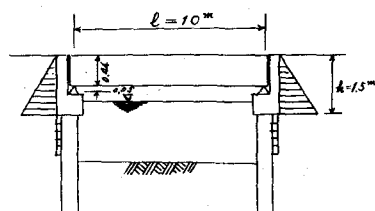


図 — 1

圖-1 のような $l = 10 \text{ m}$ のH桁の場合、桁間隔は 1.5 m であるので桁1本当の土圧は

$$P = 6.075 \times 1.5 = 9.1125 \text{ t}$$

この桁は桁高 44 cm 、断面積 $A = 157.4 \text{ cm}^2$ 、断面二次モーメント $Z = 2,550 \text{ cm}^3$ である。

土圧 P は桁より約 5 cm 下面の支承ヒンジにより桁に偏心荷重として働く。これによる桁の応力 σ は

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z} = \frac{9.1125}{157.4} \pm \frac{9.1125 \times (\frac{44}{2} + 5)}{2,550} \\ &= 6.4 \pm 10.7 = 17.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ or } -4.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \end{aligned}$$

即ち桁下縁に $17.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の圧縮応力、上縁に $4.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の引張応力を生ずるが、これは荷重による応力と反対であるので、安全側である。

引張力は橋台の変位に対する抵抗力により生ずるが、これは橋台の構造、根入れ深さ、基礎地盤の横方向 K 値により異なるが、短径間橋梁の場合、桁の収縮量が $1 \sim 2 \text{ cm}$ 、橋台の変位は $0.5 \sim 1 \text{ cm}$ と小さいので殆ど問題にならないが、今回設計の地盤について求めて見る。

佐賀平野の地盤は幾層にもなっており、表層シルト層は横方向 K 値約 0.5 、中間砂層 $K = 1.4$ 、中間シルト層 $K = 0.8$ というような値である。圖-1 のようなパイラバットの場合の杭の水平抵抗力を Chang の方法によつて求めて見ると、 $D = 50 \text{ cm}$ 、 $t = 12.7 \text{ mm}$ の鋼管パイラで変位 1 cm に対し 10.1 t とおる。(安全側をとり、抵抗力最大の地中杭として計算した)

温度変化による伸縮は最大橋長 1 m に対し 1 mm を考慮すればよいから、 $l = 10 \text{ m}$ では橋台の変位量は 5 mm になる。杭間隔 2.5 m 、桁間隔 1.5 m とすると、桁1本当の収縮力は

$$N = 10.1 \times \frac{0.5}{1} \times \frac{1.5}{2.5} = 3.03 \text{ t}$$

これが前述と同様偏心力として作用するので、桁に生ずる応力は

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z} = \frac{3.03}{157.4} \pm \frac{3.03 \times (\frac{44}{2} + 5)}{2,550} \\ &= 19.3 \pm 3.2 = 51.4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ or } -12.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \end{aligned}$$

即ち下縁に $51.4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の引張応力が加わり、上縁に $12.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の圧縮応力が加わることになるが、許容応力の 3% 程度であり、二次応力による許容応力の割増をする必要もない位で問題にならない。

しかし、普通の地盤で根入れを深くした普通の壁式橋台では、この応力はもっと大きくなると思われるので、この型式が果して経済的かどうか更に検討の必要があるが、少なくとも佐賀のような軟弱地盤で、パイラバットの場合は、両端にヒンジ結合としても上部工に対する影響は僅少で下部工の安くなる分だけ経済的である。

なお、省及び省のアンカーボルトにもこの力は働くので断面を多少大きくしなければならぬ

5-2. 橋台の変位による杭の応力

5-1 で述べたように橋台の変位は、橋長 10 m で 5 mm 程度、 20 m でも 1 cm 以下であり、許容変位量を 1 cm として設計してあるので、杭の応力は問題ない。

5-3. 斜橋の場合の検討

斜橋の場合、両端き結合すると $M = P \cdot l \cos \theta$ なる回転モーメントが生ずる。これに抗

杭する応力が杭に生ずる。

この応力を求めて見ると、その結果は鉛直力から求めた杭の肉厚を多少増さなければならなくなる場合もあるが、それにしては普通の橋梁型式に比べれば経済的である。

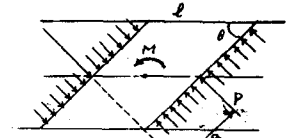


圖 — 2

6. 杭について

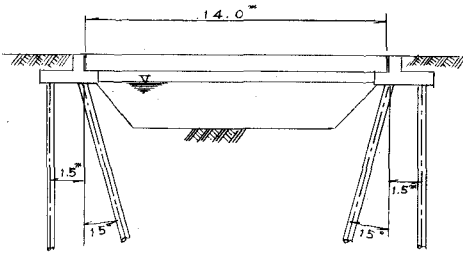
パイルアバット、両端ヒンジ結合型式では杭に曲げモーメントが効くので、R.C杭ではむりで、P.C杭又鋼管杭となる。

工費の上からはP.C杭の方が多少安いが、この地盤では支持層が水平でないので、切断継ぎの容易な鋼管杭を採用することにした。

7. 結論

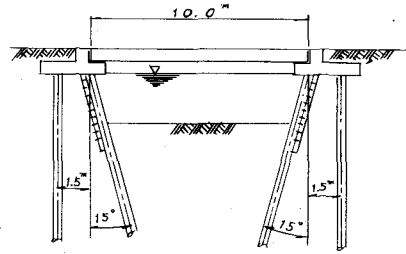
以上述べたように、軟弱地盤の短径間橋梁としては、パイルアバット両端ヒンジ結合方式が最良である。橋長が水路の上中より狭く出来る場合は土留を設け、そうでない場合は橋長を少し長くして盛りこぼし型式とする。上部工はH桁、杭は鋼管杭を使用する。

1. パイルアバット盛りこぼし型式



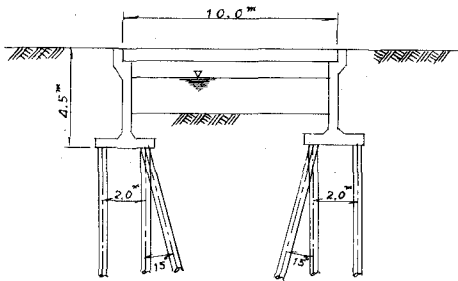
上部工	H 桁	4,690千円
下部工	杭 10本	3,370千円
計		8,060千円

2. パイルアバットP.C板土留め型式



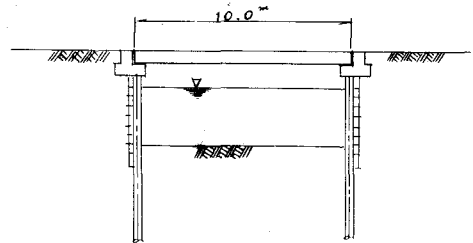
上部工	H 桁	3,000千円
下部工	杭 18本	6,860千円
計		9,860千円

3. 逆 T 形式



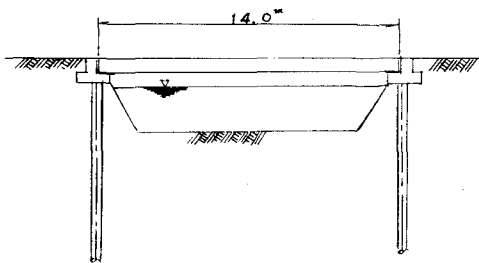
上部工	H 桁	3,000千円
下部工	杭 30本	5,180千円
計		8,180千円

4. ヒンジ結合P.C板土留の形式



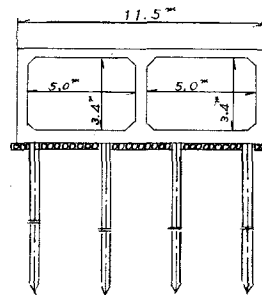
上部工	H 桁	3,070千円
下部工	杭 12本	2,850千円
計		5,920千円

5. ヒンジ結合盛りこぼし形式



上部工	H 桁	4,770千円
下部工	杭 10本	2,000千円
計		6,770千円

6. 函 渠



躯体	コンクリート286 ^{m³}	4,040千円
基礎	杭 20本	2,330千円
計		6,370千円