

(16) 支間 30 M のプレストレストコンクリート鉄道橋 (KS-12)
の設計施工について (信楽線オ一大戸川橋梁)

国鉄大阪工事事務所 工博 仁 杉 巖

1. 計 画

信楽線第一大戸川橋梁は支間9.80Mの鉸桁3連よりなる橋梁であつたが、昭和28年8月15日に南山城をおそつた豪雨によつて橋脚1本は倒壊、1本は傾斜し、橋桁は1連を残して、下流に落下した。この橋梁の本復旧については、本庁施設局、天王寺管理局、大阪工事事務所の間で討議された結果、別線を造り支間30MのPSコンクリート桁を用いることになつた。

2. 設 計

設計に當つてフランス系統の設計を行うことにして極東鋼弦コンクリート株式会社に設計を依頼し、これが検討を施設局特殊設計室及び、大阪工事事務所で行ふこととした。数度に行わたる討論の結果図-1に示す設計図を決定した。

その大要を示すと、方式はフレシネ式(径5mmのピアノ線12本を1本のシースに入れたものを一単位のケーブルとして用いる)、荷重はKS-12(丙線規格)、支間30m、断面の形は桁高1.30mのI形桁とし、これを4本並べて1軌道を受ける。尚横方向にも締めることとした(図-1参照)。荷重による曲げモーメントは $M_D + M_L = 248 \text{ t} \cdot \text{m} + 197 \text{ t} \cdot \text{m} = 445 \text{ t} \cdot \text{m}$ 、これに対してピアノ線に終局において 90 Kg/mm^2 の応力を入れるとすると、シース1本当りの力は 21.2 t となる。シースが22本として、

$$P = 21.2 \text{ t} \times 22 = 466 \text{ t}$$

ピアノ線の中心までの偏心は $e = 6.5 \text{ cm}$ なので、

$$M_p = P \times e = 303 \text{ t} \cdot \text{m}$$

これに対してコンクリート、ピアノ線のクリープ、シースとワイヤの摩擦を考へてピアノ線に初め加えるピアノ線の応力は $130 \text{ Kg/mm}^2 \sim 120 \text{ Kg/mm}^2$ としている。

これで合成応力を計算してみると、

	初応力+自重	終張力+自重	全 荷 重
上 縁	+ 7	+19	+123
下 縁	+197	+149	+ 11

但圧縮応力を+で表わす 単位は Kg/cm^2 となる。

このため $\phi 28$ を 450 Kg/cm^2 のコンクリートを用いることにした。破壊荷重は活荷重に対して約3.5の安全率をもっている。

撓みはジャツキでしめたとき、中央で上方に約30mm上方に反る事になり、活荷重では30~34mm下方に撓む事になる。

$$\text{ズレ力は } S_D + S_L = 63 \text{ t}$$

プレストレストの上方きの力は桁端で、 31 t になるから計算に用いたズレ力 $S = 63 - 31 = 32 \text{ t}$ という事になる。各点につき主筋力も検討しているが十分安全である。

横方向に初応力を加えたのは、荷重の分布を均等ならしめるのが主目的である。

3. 施工上疑問となつた事項とこれに関する試験研究

(1) シースとピアノ線の間の摩擦

Guyon氏はその著書で $T = T_0 e^{-\phi \times}$

であるとしている。これに関して著者は3つの実験を行つてみた。その1は図-2に示すようなモデル試験、その2は図-3に示すような模型桁でシースの中間に小窓をあけてピアノ線の応力を測定する方法、その3は実際の桁のピアノ線で一方の端のジャツキで引張り他端のジャツキでその力を測定する方法である。この結果 $\phi = 0.3$ 位となつていて常識的な値であつたが、この摩擦の考え方には色々複雑な要素があるので目下更に検討をすすめている。

- (2) シースの中への注入にどんな点に留意しなければならないか。

注入機は、グラウトポンプか、カニフミキサーを用いるが、グラウトポンプの方がよい結果がえられるように思う。

注入のペーストについては図-4に示すようにシースをむき出しにした実際延長のものと図-5に示すようなコンクリートに包んだものについて色々試験してみた。

その結果注入ペーストは W/C が70%位だと30Mの桁のシースでも十分に注入できるが W/C が50%になると途中20~25m位の所でグラウトが硬化して注入が不可能になつて来た。そこでペースト中にフライアッシュ、イントルウジョンエイドを混合してみた結果、強度及付着力の点から見て、セメント3、フライアッシュ1、 $W/(c+f) = 48\%$ のものが、よいことがわかつたのでこれを採用することにした。

- (3) 30mの桁を一度に打込んだ場合、温度変化、コンクリートの乾燥収縮によつて生ずるひびわれをどうして防ぐか。

この桁の設計に當つて、施工のとき桁を一本ものとして打込むか、数箇のブロックに分けて造りそれを継ぎ合せるかについて、議論されたが極東鋼鉄コンクリート会社は施工の面を考へて1本ものとして打込み、打込後なるべく早く仮締をする事を主張されたので、これに従つて施工する計画でいた。しかし、フレンネコーンは仮締に便利でないので、施工は一本ものとしてやるが仮締はせず、なるべく早く型枠を取りはずすことと、なるべく早く完全な撤水養生をする方法をとることに決めた。

この方法については議論があつたので計算も色々試みたが、仮定が多くなつて確信をもつまでは行けなかつた。しかし実際にはコンクリートの打込みから、ピアノ線を締めるまで約10日間を経過したがひびわれの発生は上述の方法で防止することができた。しかしこの方法がいかなる条件でも成功するかどうかについては必ずしも自信はないので、むしろ仮締をする方法か、ブロックにわけて打つ方法の方がよいかと思つている。

- (4) 硬練りのコンクリートを複雑な断面をしている型枠内にどうして打込むか。

コンクリートの打込みがこの施工の鍵であつたので特に色々検討を重ねてみた。コンクリートの配合は実験の結果 $W/C = 36\%$ $G/S = 2.3$ Slump 2~3cm位が適当であると結論されたので、 $1m^3$ 当りセメント450Kg水162Kg砂549Kg砂利1,263Kgを標準とすることにした。打込みに當つて、パイプレーターを如何に用いるのがよいかについて、長さ約2mのモデルを4ヶ、長さ5mのモデルを1ヶ造つて検討した結果、底打式棒状パイプレーターを型枠の底部に4ヶ、普通の棒状パイプレーターを頭部に4ヶ、型枠パイプレーターを腹部に6ヶ、用いることにした。この場合できれば棒状パイプレーターを各内部に挿入して十分しめかためるのが望ましいが、この方法だと薄鉄を用いてあるシースを變形させるので、シースの余りない頭部だけを棒状パイプレーター

で締固めて、他は型枠パイプレーターにたよらざるを得なかつたのである。なお下縁の上面には気泡がのこるので、型枠の内面にさらし木綿を2重張りにすることにした。

打込みの順序は初め下縁部、次に腹部、上縁部と水平に打ち進むのが原則であるが、型枠パイプレーターの作用の仕方が広範囲に亘るので、下縁部が硬化を始めてから腹部のパイプレーターをかけるようになると好ましくないので、片押しの打ち方を採用し、下縁部、腹部、上縁部とおのおの5mづつ遅れて打込むことにした。

4. 施 工

3で述べた各種の実験結果にもとずいて、施工計画を定めた図-6に示すように本線脇にコンクリート打込場を設備し、50Pのコンプレッサー2台でパイプレーターを動かすことにした。桁の打込みは、始めの1本は8才練りミキサー1台で作業したので、14時間かゝつたが、2本目からミキサー2台を用いたので、6~7時間位で打込みを完了した。コンクリート打込み後、7目目にピアノ線を緊張し、図-7に示すように、横取り、縦取り、横取りの作業をして、正規の位置に桁を据えつけた。

図-8は、桁1本が架設されたところである。

5. 工 費

この桁は施工時期を急いだこと、各種の実験研究を伴っていたので、その結果をみて段取りを変えたこと、型枠が丈夫過ぎたこと等のため、工費が高めになつていて、 $1m^3$ 当り、66,500円位になつている。この内、設備費、型枠費等をもつと節約しなければ今後、工費の点で実用し難くなる。

図-1

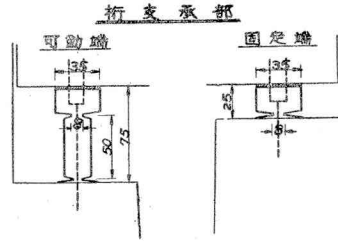
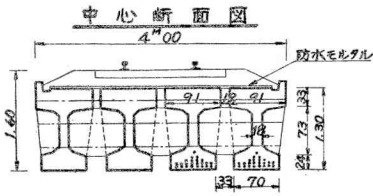
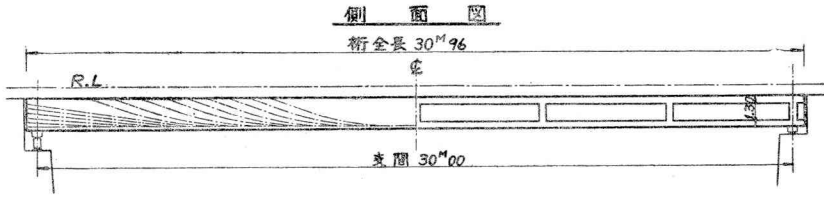


図-2

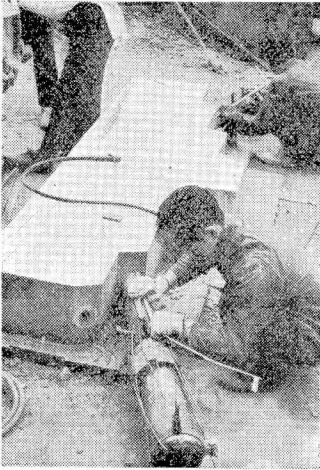


図-3

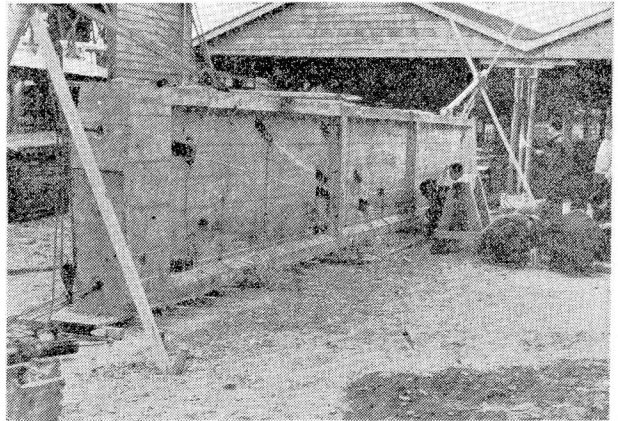


図-4

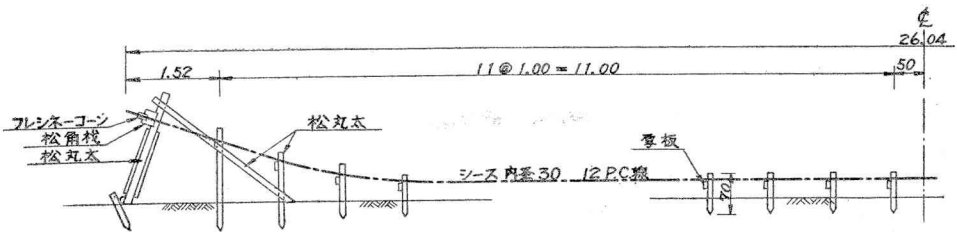


図-5

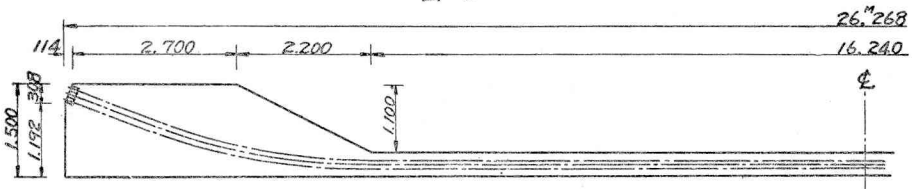


図-6

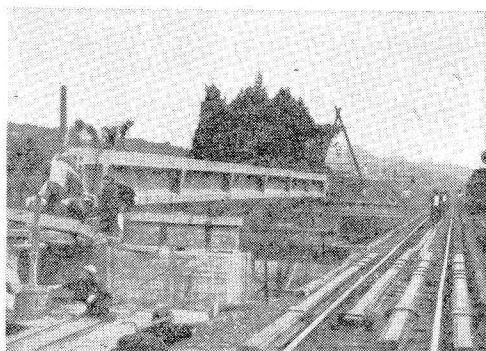


図-8



図-7

