

川口高架橋の設計および施工について

今 村 浩 三* 河 島 良 秀***
手 塚 誠** 大 月 敏****

1. ま え が き

この橋梁は、名神高速道路大垣工区に架設された全長145m、スパン割 30m+2@40m+35m の4径間連続PC桁橋である。

施工場所の地盤が軟弱なことから、2つの河川をまたいでいることで、ステーシングによる施工は難しい。したがってこの連続桁を4区分しおのおのをプレキャストの単純桁として製作し、これをプレッシングによって順々に延ばしながら、最終的に4径間連続桁にする工法を採った。プレキャスト桁を組合わせた連続桁でも区分する位置を橋脚上に設けた例は多いが、この橋梁の桁では、径間の中間に設けたのが特色である。ここでは本橋梁の設計および施工の内容を、特にこのような形式で架設したことに主眼を置いて報告したい。

写真-1



2. 設 計

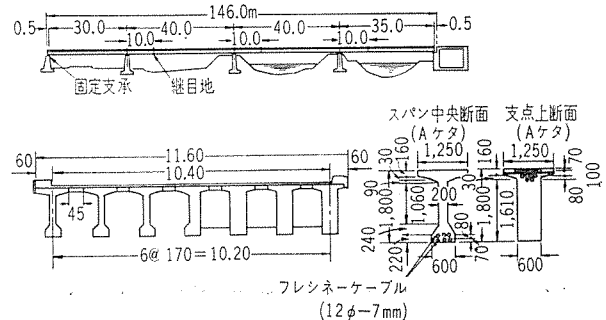
(1) 計 画

本橋の架橋地点は岐阜県大垣市川口町地内で、2河川(水門川および用水路)をまたぐこと、ならびに地元の要望があり全長145mの高架橋が架設されるに至った。スパン割については河川の位置、および基礎地盤がきわめて軟弱で上部工荷重を伝達しうる良好な砂礫層が地表面から約30m下にあり基礎工が工費面で大きな比重を占めるため、比較的長スパンで計画することが望まれ、30m+2@40m+35m案が採用された。上部工形式は、

* 日本道路公団豊橋工事事務所
** " 名古屋建設局
*** ピ・エス・コンクリートKK大阪事務所
**** "

高速道路の走行性から連続橋が望ましく、検討の結果、外観もすぐれているPC桁橋に決定した。架設方法については、基礎地盤が軟弱なため、ステーシングによる施工は不適當で、ヤードで製作したプレキャスト桁を順々にPCケーブルでつないで連続桁に構成していく工法を採った。

図-1 橋梁概略



(2) 橋梁概要

図-1のように4本のプレキャスト桁(3×40m, 1×25m)で145mの連続桁を構成する。断面はT型とした。これはプレキャスト桁として多量に製作する場合、他のどの断面と比較しても施工上の能率が良いことと、さらに架設作業上での桁の重量も40mの長大桁としては、この断面にすれば適当なものになるからである。

片車線の全幅員は11.60mで、7主桁から構成されている。横桁は支点上の他に各径間に2カ所ずつ設けてある。プレッシングは主桁、横桁、床版ともフレッシュエー工法を採用しており、1主桁には4径間連続桁として総数65本のPCケーブル(12-φ7)が配置されている。

また、このような架設方法をとる場合、施工過程中的支承の拘束はできるだけ小さくしなければならないので、可動支承にはコンクリートロッカーシューを用いた。

(3) 設計上の特異点について

a) 桁の構成段階と、曲げモーメントおよびせん断力について

① 構成段階: 図-2にまとめて示す。② 曲げモーメントおよびせん断力: 設計荷重のうち、桁自重以外の荷重による曲げモーメントおよびせん断力は普通の4径間連続桁としてカニーの方法によって求めた。桁自重による曲げモーメントおよびせん断力は、

図-2 連続桁の構成

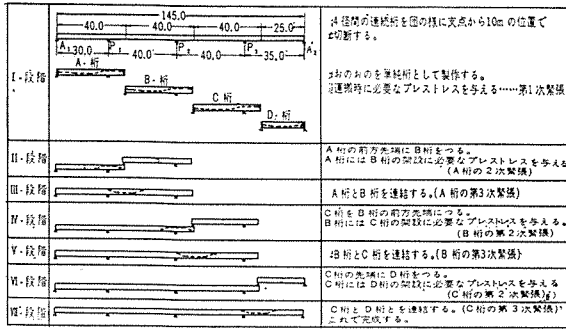
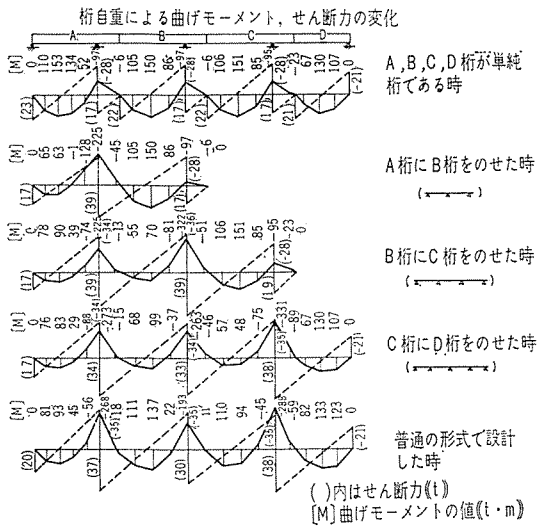


図-3



せん断力は各構成段階について累積したものになるので、この変化の様子を示し、さらに普通の4径間連続桁のものと比較してみる(図-3参照)。

b) プレストレスリングについて プレストレスリングについての特異点としてつぎの2つがある。

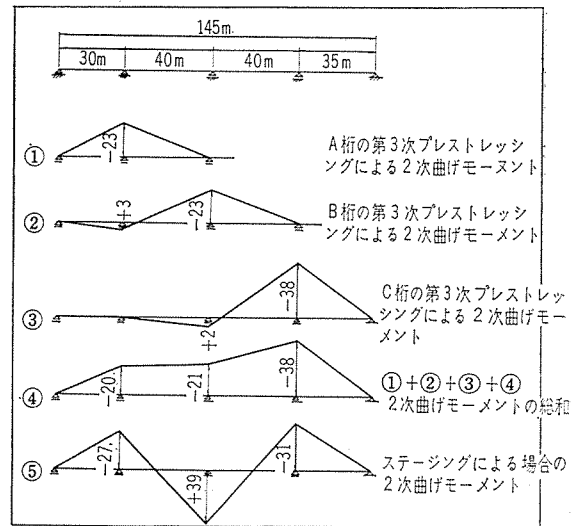
- ① 有効プレストレスの算出が難しい。
- ② プレストレスリングによる2次的な曲げモーメントが、普通の連続桁の場合とはかなり違ったものとなること。

①について; プレストレスの有効量を定める大きな要素として、コンクリートのクリープと乾燥収縮があるが、各区分のプレキャスト桁のコンクリートの材令に大きな差があるので、厳密に有効量を求めようとするれば、材令の異なるコンクリートに同時にプレストレスリングする場合に比べて、算出ははるかにわずらわしくなる。すなわち、プレキャストの単純桁のときの第1次および第2次緊張によるものは、比較的同じ条件のもとで行なわれるが、材令が異なり、クリープ、乾燥収縮の進行度が異なる別区分の部材を第3次緊張で連続してしまうので、その後の進行がどのように変わってくるかを正確に知ることはきわめて困難である。しかしクリープ係数、乾燥収縮が一つの仮定値であることを考えれば、これらの

影響を厳密に求めることに、設計上それほど意味があるとはいえない。したがって本橋の設計では、普通の4径間連続桁とし、コンクリートの材令が全径間にわたって一様で、しかも同時にすべてのプレストレスを導入するとして算出した。

②について; プレストレスリングのうち、第1次および第2次プレストレスリングは単純桁の段階で行なうもので、主桁が構造的に不静定の段階では第3次プレストレスリングだけが行なわれる。したがって、概念的にも2次曲げモーメントが生ずるのに関与するプレストレスの量は、普通の連続桁の場合とはかなり違ったものとなり、2次曲げモーメント図も異なった形になることは予想される。ちなみに両者の場合の2次曲げモーメント図を図-4に示す。

図-4 2次曲げモーメント



c) 継目地について

① 目地位置の決定; 当橋梁のようにスパンが大きいと切断位置を橋脚上に設けることは、他の荷重に対して桁自重による曲げモーメント量の比率が大きくなるために連続桁としてうま味が薄らいでくる。さらに桁の支承構造が複雑になるにともない、下部工の設計にも特に配慮しなければならない。そこで当橋では径間部分で切断することにしたが、その位置の決定にはつぎの要素を考慮した。

② 施工過程中にだけ生ずる応力(架設応力)が設計荷重による応力よりも、部材の決定に際し不利な条件のもとで支配的にならないこと。

③ 継目地部に生ずる応力度の絶対値および変化量をできるだけ小さくする(理論的でないが、継目地部分を一つの弱断面であると考えた)。

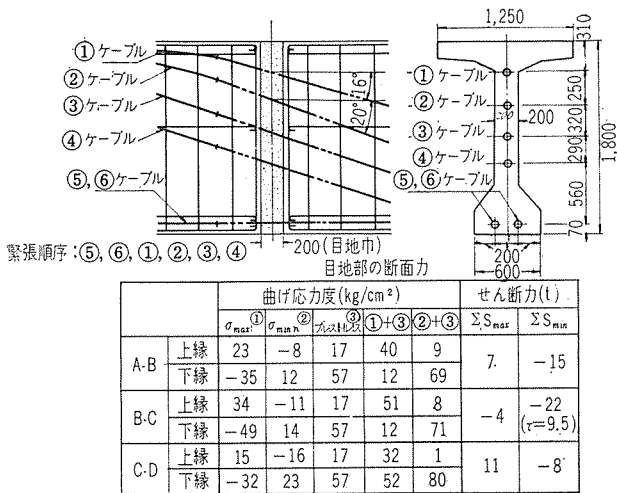
④ PCケーブルの形状として、プレストレスリングによる垂直分力が、荷重によるせん断力と逆方向に作用し、桁に生ずる斜引張応力を小さくする場合があるが、

このことを継目地部分に利用すること。

① 施工が容易であること、

② 目地部の構造と断面力； 継目地の形状はすべて図-5 に示すようなものであり、6本の連続ケーブルのうち4本が傾斜している。この橋桁は、フルプレストレスングとして設計しているが、継目地については架設時もふくめて、どのような荷重状態でも、コンクリートに曲げ引張応力を生ずることはなく(図-5)、また斜引張応力度の最大値も 4 kg/cm^2 位にとどまっている。こうした断面応力から判断して、目地部には鉄筋を全く使用しなかった。

図-5 継目地の断面



しかし例えば A, B 桁の目地のコンクリートを打設したのち、連続ケーブルによるプレストレスング(A桁の第3次緊張)までの間に A, B 桁になんらかの変位量(主としてコンクリートの乾燥収縮、温度変化による桁長の変化)があれば、その影響はすぐ目地部におよんでくるので、A桁とB桁を鉄筋で連結してしまうことが好ましい。そうしておけば、この変位量による影響は可動シューにも伝達し、ある程度緩和されるからである。

3. 施 工

(1) 概 要

本橋梁の架設工事の内容はつぎのように大別できる。

- 1) プレキャスト桁の製作
- 2) プレキャスト桁の架設
- 3) 第2次、第3次緊張工
- 4) 横組、床版工

ここでは、前述したように一般的な事項については省略し、本橋の施工過程で特色となったものだけを述べる。

(2) プレキャスト桁の製作について

プレキャスト桁の製作本数は 56 本である。工程上の

製作と架設の能力のバランスから A, B, C, D 桁(42 本)の製作台として4基が必要であり、さらに工期を短縮するために D 桁 (14 本) の製作台を全く別に4基設置した。

製作台は、架設場所の近傍で本線道路の土工区に設置した。しかし大垣工区は在来地盤がきわめて軟弱で、盛土後の圧密沈下量は 1 m 以上におよぶ大きな量である。これが桁を製作している間にもかなり進行すると予想されたので、製作台の構造には十分配慮した。

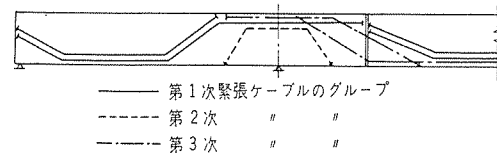
まず製作台を設置する予定地を細区分して、区分ごとの沈下の進行状態をあらかじめ1ヵ月にわたって測定し、1基の製作台内での不等沈下を避けるために、沈下量が比較的等しくなる範囲を選び出した。

設置場所の盛土の幅 2 m、深さ 1.5 m をカットしこれを排水性に富み、締固めの効果が十分な切込砂利で置きかえることにした。

この基礎の上に本線まくらぎを 50 cm 間隔で敷き、50 kg レールを1断面について8本ずつ緻密にならべて、型わくの底板をその上に固定した。

実際には、製作台の沈下量は1週間に 5 mm 程度であり、心配した不等沈下はほとんどみられなかった。橋面の仕上りをレベルにおさえるための各種のたわみの調整は、底板を設置するときに考慮した。また、第1次緊張の過程で桁の張出し部では、桁が底板を押しつけるような状態が生ずるために、この部分の底板を緊張作業中に

図-6 ケーブル配置



取りはずすことができるようにした。

設計の主旨として、架設時の荷重に対する安全率はきわめて小さいものである。特に第一次緊張だけによるプレストレスで桁を運搬架設する場合に Inflection point 近傍の断面や、張出し側の支点上断面での応力状態は相当厳しい

写真-2

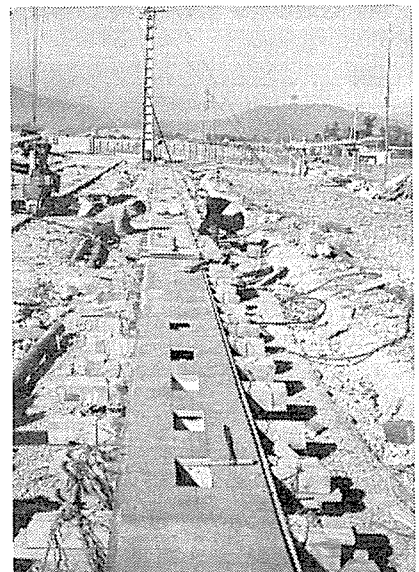
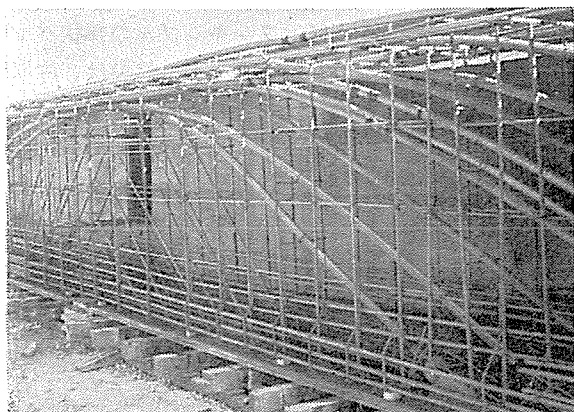


写真-3



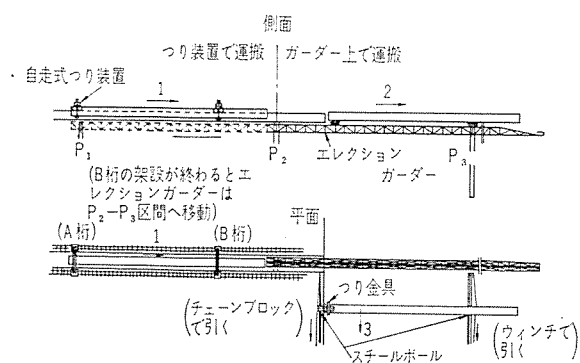
ものになっている。したがってPCケーブルの配置や、緊張作業では十分注意する必要があった。

実際には、第1次緊張だけでなく、第3次緊張ケーブルで仮のプレストレスングを施し、運搬架設途上での不慮の事故に備えた。

(3) 架 設

1主桁の総重量は A, B, C 桁についてはおよそ 70 t で、張り出し側支点（前方支点）に 50 t、後方支点に 20 t の割合になっている。第1次緊張が終わると桁の製作台から運搬台車で橋台 A₁ まで移動する。A桁については、そのまま中央分離帯に設置したエレクション ガーダー上に前方支点が橋脚 P₁ に、後方支点が橋台 A₁ に達するまで進める。この縦移動が終わると横移動にはいるが、縦移動の際の運搬台車と橋台および橋脚の高さを同じ位置にして、桁を上下に操作することなくただちに横移動を始められるようにした。移動は両支点の下にスチールボールを敷き、前方支点は電動ウィンチで、後方支点はチェーン ブロックで引く方法を採用した（図-7）。

図-7 架 設



こうして 14 本の A桁の架設が終わるとエレクション ガーダーを次区間 (P₁~P₂) に移動する。B桁の架設段階における第1区間 (A₁~P₁) では、すでに架設と横締めが完了したA桁の上に電動式の運搬用つり装置を設置して、これに桁をつりながら移動する(図-8, 写真-4)。

前方支点が橋脚 P₁ の近傍でエレクション ガーダー

図-8 運搬用桁つり装置

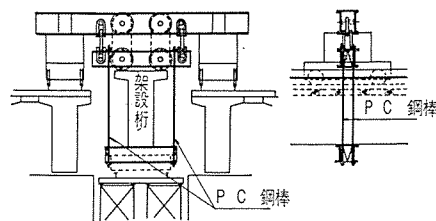
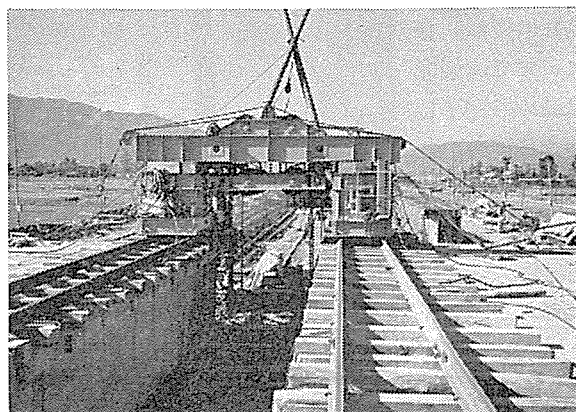


写真-4



上の台車に達したとき、つり装置から台車上に置き換える。このように前方支点を台車で、後方支点をつり装置につりながら後方支点もエレクション ガーダー上の台車に達するまで進め、つり装置から台車上に置きかえる。

両支点を台車に受けて、前方支点が橋脚 P₂ に、後方支点がA桁の先端に達するまで縦移動する。ここでB桁の後方の先端つり金具にセットする（図-9）。

このつり金具の下にスチールボールを敷いて横移動す

図-9 つり金具

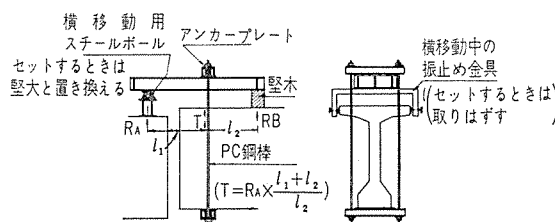
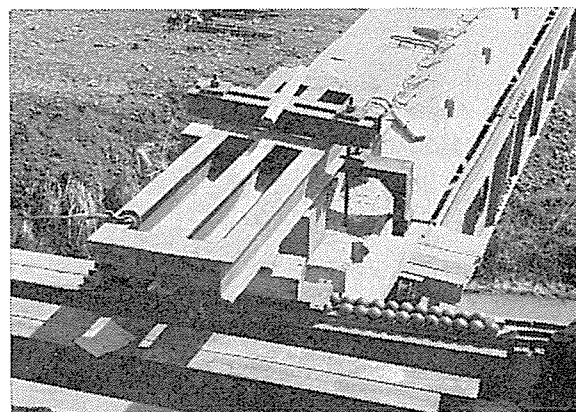


写真-5



る(写真-5)。横移動完了後、スチールボールをはずしてA桁とB桁との高さを調整してセットする(写真-6)。

第3次緊張終了後につり金具をはずす。B桁の架設が終ると再びエレクションガーダーを第3区間(P₂~P₃)に移し、さらに、すでに架設と横締めが完了しているB桁の上にも運搬用つり装置を延ばす。これでC桁は第1,2区間はつり装置で、第3区間はエレクションガーダー上を運搬車で縦移動できる。D桁の架設も同じ要領である。

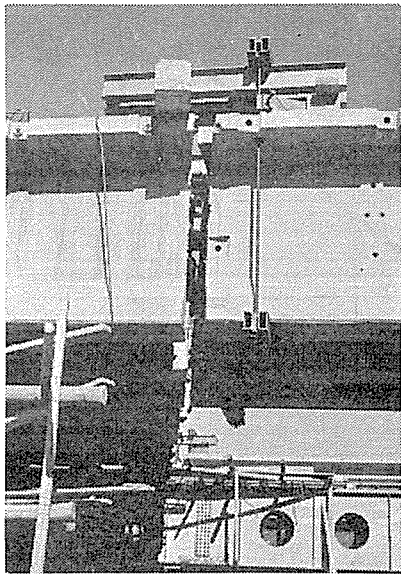


写真-6

この架設方法は安全性に富み、総数56本の架設が終了するまで事故は全くなかった。またA, B, C, D桁とも1桁の架設には1日あれば十分余裕があり、能率の上からも決して悪い方法ではない。ただすでに架設した桁の上を運搬用つり装置が移動するとき、レール直下の桁にはかなり大きな曲げモーメントが生ずるので、2ケーブル(12×φ7mm)を追加しておいた。

写真-7



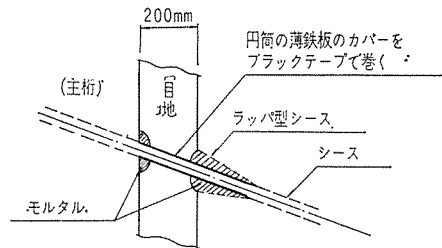
(4) 目地部の施工

継目地部分のPCケーブルは図-10に示すように、薄鉄板とテープでカバーした。グラウトもれを防ぐために、桁との継目はモルタルで固めた。傾斜をもつケーブルは一方の桁にはラップ型のシースを用いて、桁の架設位置の狂いによるケーブル孔の相互間のずれを補正する

のに役立させた。目地部のコンクリートは、本体と同じ配合のもので、その締固めにはフレキシブルの棒状バイブレーターを用いた。目地コンクリートの打設は、片車線の7主桁の架設がすべて終了した後で同時に行なわなければならない。これはコンクリート打設後の目地部がプレストレスング(第3次)までに変形をしないためである。

本橋の桁の設計では、1主桁が4径間の連続桁として完成するまで、横締めは行なわないものと仮定しているので、第3次緊張も7主桁について同時に行なうのが好ましい方法であった。

図-10 継目部のシース



4. あとがき

このような形式を採用した場合、設計上で最も大切なことは連続桁をどの位置で切断するかを決めることであり、場合によっては、普通の連続桁よりも経済的な部材になり得ることもある。ただ設計の過程では、普通の連続桁の場合に比べてかなり煩雑なこともあり、また多くの構成段階を経ることで応力の変化がはげしく、複雑でもあるので、検討する断面は細かく採る必要がある。

施工内容そのものについては、実際工事を終えてみて特に困難なことはないが、常に桁がどのような状態に置かれているかを認識しなければならないことは他の場合に比べて大切なことである。

また、当工事では工期の上で多少長くなるきらいはあったが、このことはこのような工法に慣れることで克服できることである。

今後ステージングによる施工が不可能な場合にはもちろん、単純桁を幾連にもわたって架設するときにも一応このような工法による連続桁を計画設計してみるのも十分価値のあることと思われる。

なお、今回の報告では触れなかったが、工事施工にともない、PCケーブル定着端切欠き部分(特に桁中間部の上下線で定着する場合)の応力集中について、室内実験、現場試験を行なっている。この試験結果については、別途報告がある予定である。

1964.12.21・受付