

プレストレストコンクリートのパイオニアたち (1)

関 淳*

まえがき

アメリカの PCI・ジャーナルの 1976 年 9・10 月号に、T.Y. リンの特集が組まれていて、カリフォルニア大パークレーの教授を引退する彼のために行われたシンポジウムの内容などが紹介されていた。アメリカの事情にいささかうとい私は、この中国系のアメリカ人で、ミスタープレストレストコンクリートといわれるリンのことを、この特集号で初めて知ったのであるが、プレストレストコンクリートの過去、現在、未来と題して開催されたこのシンポジウムは興味深いものがあった。とくに最近技術史に関心を寄せている私には、プリンストン大の D.P. ビリングトン教授の寄せたエッセイである、「プレストレストコンクリートの歴史的展望」は、かねがねこのようなものを書いてみたいと思っていただけに、刺激されるどころが少なくなかった。ル・コルビジェの言葉を引用しながら、フレシネーがプレストレストコンクリート工法を開発したことを紹介するユニークな書き出しに始まり、マグネル、フィンスターバルダーといった技術者を中心として書いたもので、きわめて読みやすく、参考になるところが少なくなかった。しかし、一応の知識をもっている私にとっては、とくに取り上げるような目新しい点はなく、むしろ、スペインのトロハ、イタリアのモランディといった、南欧の巨匠たちについて何もふれていない点に不満が残ったものである。

そこで私も、プレストレストコンクリートの発展に寄与したパイオニアたちについて、彼らにまつわるエピソードや関係したプレストレストコンクリート以外の構造物、さらにはかなりの私見をまじえた人物論など、多方面からとらえたプレストレストコンクリートの過去の足跡について書いてみたい。あるいはわたしの独断的な書き方に反対される向きもあるかもしれないが、それくらいに主観的にとらえてみたいというのが今回のこのシリーズのねらいなのである。

フレシネー (E. Freyssinet)

(1879~1962)

ビリングトン教授の話の最初に出てくるのは、当然の

ことながらフレシネーなのだが、そのフレシネーを紹介するのに引用しているのが建築家のル・コルビジェであるというのはおもしろい。フレシネーはル・コルビジェの友人であり、数年姿を見せなかったその友人が再び現われ、その間に没頭していたプレストレストコンクリートの発明について説明したときのことを、感嘆した調子で彼の著書「輝く都市」に書いているという。20 世紀の偉大な建築家というよりは、むしろ最高の建築哲學家であったというベキル・コルビジェが、やはり今世紀きっての構造家であり、生粋の技術者であったフレシネーと親交があったというのは興味深いことである。

フレシネーは 1879 年、東南フランスのコレーズで生まれた。一家はその後パリへ移住したが、病弱であったフレシネーは、しばしば保養のために故郷へ帰らなければならなかった。もともと都会生活が好きでなかったフレシネーは、田舎で好奇心に満ちた目で、大工、かじ屋、家具師といった職人たちの仕事を見つめてばかりいた。このような職人たちが、フレシネーにとっての技術者としての最初にしてかつ有能な教師であったのである。

フレシネーの学校での成績は決してほめられたものでなかった。フランスにおける技術教育の最高学府であるエコール・ポリテクニクに入るにしても、一度は受験に失敗した後、1899 年に 161 番というあまりかんばしくない成績でようやく入学を許されている。ポリテクニクを 19 番で卒業したフレシネーは、エコール・デ・ポン・エ・ショッセに進み、土木についての勉強を始めることになった。

プレストレストコンクリートについてのアイデアを初めてフレシネーが思いついたのは、ポン・エ・ショッセでの鉄筋コンクリートの講義を聞いたときであるというから、彼の才能の偉大さには驚かされる。それは荷重によって鉄筋に生じる応力を、あらかじめ与えておいたプレストレストによって転荷できるのではないかという考えであったという。

学業を終えたフレシネーは、地方建設局の技師として、ビシーに近いムレンに赴任したのだが、理解ある資本家の後援もあって、その技術者としてのすぐれた才能を開花させることになる。その最初が一躍フレシネーを

* 首都高速道路公団

世に知らしめることになったアリエ川のアーチ橋である。

1907年にアリエ川に架けられる3橋の石造アーチ橋の入札が行われた。フレシネーはこれらの橋の対案として、最大スパン72.5mの鉄筋コンクリートアーチ橋を考えていた。彼はその模型をつくり、自分の事務所に置いておいたが、これがフレシネーのスパンサーとなるメルシェの目に留まった。フレシネーは彼の案によれば工費は1/3になるとしていたが、やがて彼の主張は認められ、すでに結ばれた契約は破棄されて、メルシェによる金銭上の保証のもとに、アリエ川のアーチ橋の工事が、設計、施工とも一切フレシネーにまかされて始められたのである。

フレシネーが設計した鉄筋コンクリートアーチ橋は、トラスのような斜材を支柱にもった3ヒンジアーチで、その外観は当時の鋼アーチ橋に近いものであった。フレシネーはこれらの橋で、コンクリートアーチの施工法としては画期的なジャッキアップ工法を採用した。これはアーチの頂点にジャッキを入れ、水平方向に力をかけることによってアーチをもち上げ、支保工を橋体から離す工法であった。アリエ川のアーチ橋におけるフレシネーの新工法は技術者の注目を集め、その後はフランス国内にとどまらず、外国においても広く用いられたのである。

最初に完成したバルドル橋の場合には、载荷実験のときに、大勢の観衆が落橋を期待して集まるといった事件があった。フレシネーをねたんだ競争相手が、新聞社にあの橋はもたないだろうと通報したからである。しかし、バルドル橋には人々の期待もむなしく何も起らなかった。もっとも、この橋は開通してからクリープのためには中央のヒンジが下り、ほっておくと落橋する危機に見舞われている。クリープ現象がまだよく知られていなかったため、フレシネーは夜中に友人をたたき起して歩き、再び中央のヒンジのところにジャッキをすえて、交通に開放しながら橋をもち上げるという離れわざを演じている。

フレシネーにとって思い出の深かったバルドル橋は、1940年の第二次世界大戦のさなかに爆破されてしまったが、ビシーにはバルドル橋と同じ型枠を使ったというブティロン橋が残されている(写真-1)。このブティロン橋の場合にも、工事中に洪水が起り支保工が流されるという事故に遭遇している。幸いにも、2週間前に打設したコンクリートがなんとか持ちこたえてくれたので、フレシネーは落橋という事態をさけることができたのである。

フレシネーは、もし鉱泉で知られたビシーに保養に出

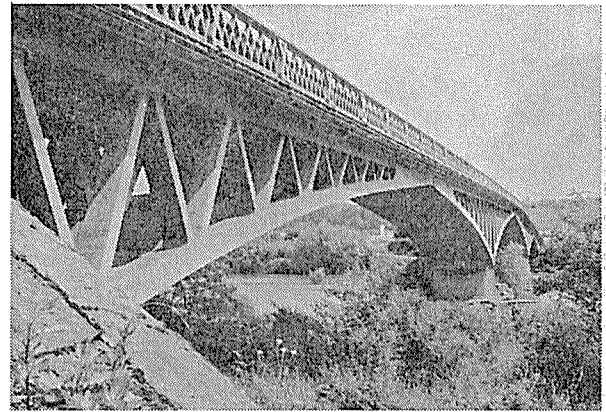


写真-1 ブティロン橋

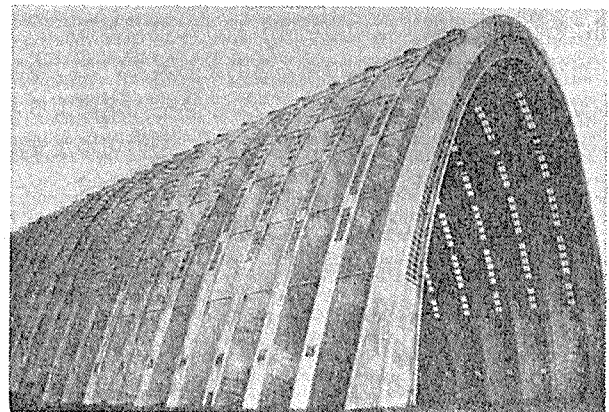
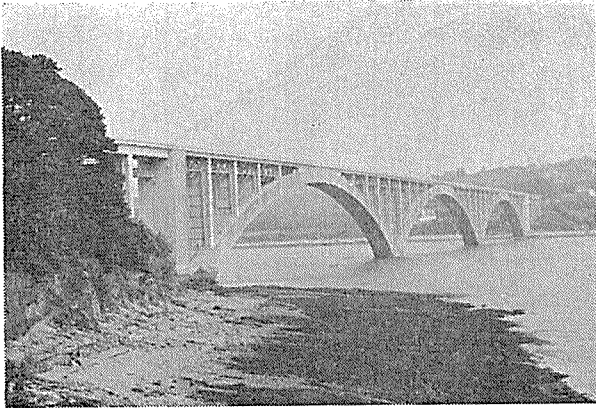


写真-2 オルリーの格納庫

かけるようなことがあったら、ぜひブティロン橋を訪ねて、アーチの上にあがってルーペで見てほしいといっている。そしてまたパイブレーターのなかった時代に、3日間昼夜兼行で打設したコンクリートだとはとても思えないだろうとも。

橋と並んで、建築構造物においてもフレシネーはすぐれた才能を示しているが、その中でも有名なのがオルリーの格納庫(写真-2)である。これに先立ち、1916年にフレシネーは、薄い鉄筋コンクリートアーチを外側からリブで補強した46×60mの格納庫を完成させているが、オルリーのものはさらに進歩しており、構造美の点からも建築史に残る傑作であると評価されている。フレシネーはこの飛行船を取用するための大きな格納庫の構造について種々頭を悩まし、箱断面の中空のアーチなども考えた末に、写真に見られるような波形の断面に行きついたのであった。

フレシネーの手になる数多くのコンクリート橋のなかで、なんといっても有名なのは、太西洋に突き出たブルターニュ半島の西端に近いプルガステルでエロルン川を渡る3連の雄大なアーチである(写真-3)。1932年に完成したこのプルガステル橋は、支間186mの世界最大



写真—3 プルガステル橋

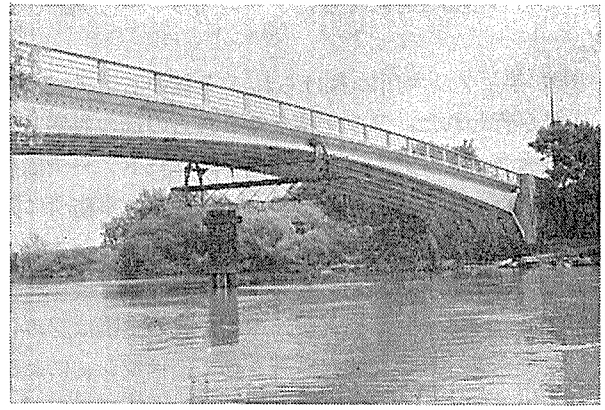
のコンクリートアーチ橋であるとともに、その後12年間にわたり世界第1位の座を守り続けたのである。

当然、鋼橋の方が有利であると考えられていたこのプルガステル橋の設計に際して、フレシネーの案によるコンクリートアーチ橋が採用されたのは、その巧妙な支保工にあった。フレシネーは鉄筋コンクリートのポンツーンの上に、下にタイ材の入った木製のアーチを組み立て、この浮き支保工を3回転用することにより、施工費を大幅に引き下げたのであった。

プルガステル橋はフレシネーの設計したものとしては一番大きなものであったが、フレシネーにとってはそれ以上の意味をもった橋であった。この橋について種々行った測定から、フレシネーはクリープや乾燥収縮現象を正確につかみとり、プレストレストコンクリートの開発に対する自信を深めることになったからである。

フレシネーがコンクリートにプレストレスを入れることを思いついたのは、学生時代に鉄筋コンクリートについての講義を聞いたときであるという。社会人になってもフレシネーはこのアイデアを捨てず、自宅に手製の実験装置をつくり、仕事の合間にプレストレストコンクリートについての研究を進めたのである。第一次世界大戦によって研究が中断され、実験設備はがれきと化したといった苦勞の後に、フレシネーが初めてプレストレストコンクリートについての特許をえたのは、1928年のことであった。

フレシネーの特許が最初に応用されたのは、コンクリートの電柱であった。当初は12mから16mのものを製造することにして、オートメーション化された工場をつくったのであったが、製品は計画どおりには売れず、フレシネーは妻とともに破産を覚悟したことがあった。しかしながらその後、生産を8mから11mの短いものに限定したおかげで業績はもち直し、フレシネーはさらにプレストレストコンクリートについての研究を続けることができたのである。

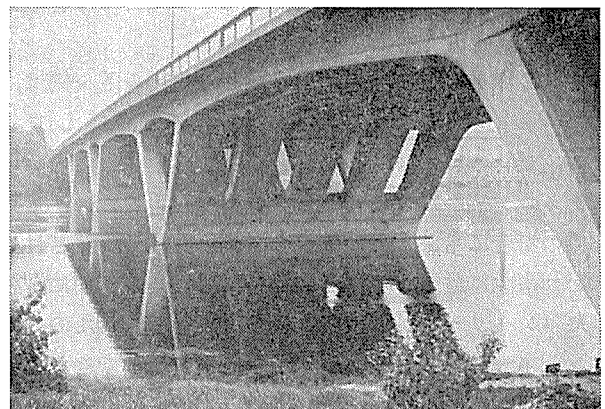


写真—4 マルヌ川橋

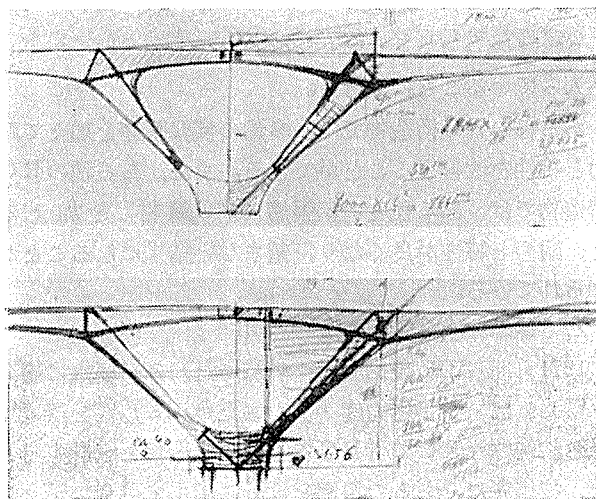
フレシネーが当初から目標にしていたプレストレストコンクリートによる橋は、フレシネーのpatentを買ったドイツのフライターク社によって、1935年に模型の桁がつくられ、そして1938年には、スパン33mの単純桁によるアウトバーンのオーバブリッジとして実現した。

フレシネー自身の設計施工になる橋は、パリ郊外のマルヌ川に1941年に架設されるはずであったが、第二次世界大戦によって工事が中断され、ようやく戦後になってから施工された。マルヌ川には同じ形のプレストレストコンクリート橋が4橋架設されたが、構造形式は写真—4に示すようなラーメン橋で、縦横両方向ばかりでなく、垂直方向にもプレストレストが導入されていて、世界でも初めての3方向にプレストレストされた橋であった。そしてまた、部材はプレキャスト材として製作されており、この点においても、コンクリート橋の工場製品化を目標としたフレシネーの意図が十分にうかがえる橋でもあった。

フレシネーが最後に設計した構造物は、1959年、フレシネーが80才のときに完成したトゥールーズのサン・ミシェル橋(写真—5)である。フレシネーは、この橋設計に使った簡単なスケッチに概略の断面計算を書き込ん



写真—5 サン・ミシェル橋



写真—6 サン・ミシェル橋のスケッチ

だもの(写真—6)を残しているが、70才をはるかに過ぎた高齢にあってもなお技術者としての意欲を燃やしたフレシネーに、私は尊敬の念をおさえることができないのである。

サン・ミシェル橋は、よく見ると桁の下フランジの線やV型の橋脚の端部などに、実に細かなデザイン上の配慮がなされている。これはおそらくフレシネーの趣味ではなくて、デザイナーが参加したのか、あるいはその方面にくわしい人が手を入れたためであると推測される。フレシネーは設計計算には興味があっても、決して外観などにはそう関心を払わなかった人だからである。フレシネーの代表作であるプルガステル橋について、ある建築家から、上床の下に組んだトラスについて、美観上きわめてすぐれた配慮であるとおほめの言葉をいただいたとき、自分は道路の下に鉄道を通すためにどのようにしたらよいかを考えただけで、外観については何も考えなかったともらしている。

世界的に知られた偉大な技術者であったにもかかわらず、フレシネーは教職にはつかなかった。フレシネーがそれを望まなかったからではなく、ことわられたからで

ある。プルガステル橋の工事後に、フレシネーは友人のすすめに従って、コンセルバトワールのコンクリート工学の教授に応募したが、審査委員会はほとんど全員一致で別の候補者を教授に選んだという。

すでに1920年にジャッキアップ工法によって土木学会賞を受け、さらにプルガステル橋という世界最大のコンクリートアーチ橋の設計、施工に当たっていたフレシネーが、当然教授に選ばれるものと、友人もフレシネー自身も確信していたようであるが、このことについてフレシネーは後に次のようにもらしている。

「あれはちょっと失敗だった。審査委員会は、たぶん私がろくな教授にならないと思ったのだろう」

当時の審査委員会がどのような理由からフレシネーとは違う人を選んだのか、今となっては知る手だてもないが、フレシネーの技術者としてのなばなしい活躍に対するねたみのようなものがあるいはあったのかもしれない。

しかしながら、フレシネー自身がいくぶん後悔しながらもらした先の言葉が、あるいは本当なのかもしれないという気がしないでもない。フレシネーが書いたりしゃべったりしたものを読んでいると、話が急に飛んだりすることがよくあるからである。フレシネーは理づめで物事を考える学者タイプの人ではなくて、あくまでもひらめきのようなものを大切にす天才膚の技術者であったのではないだろうか。フレシネーが、理論式による計算に重きをおく人たちを、 x と y の雲を通してしかものを見ることができない計算屋として軽べつしていたことなども、そのひとつのあらわれといえよう。

とはいえ、フレシネーがコンセルバトワールの教授にならなかったことは、われわれにとっては幸いだったかもしれない。フレシネーが第一線の技術屋から後退したのでは、プレストレストコンクリートの実際的な開発がかなり遅れたかもしれないからである。

1977. 8. 1・受付

◀刊行物案内▶

プレストレスト コンクリート 第7回 FIP 大会特集増刊号 (英文)

体 裁: B5判 117頁

定 価: 1800円 (会員特価 1500円)

送 料: 200円

内 容: 1974年5月ニューヨークで開かれたFIP(国際プレストレッシング連盟)大会にわが国より提出された論文(英文)をとりまとめたもので、詳細は会誌16巻2号参照。