

特集

PCのあゆみと未来

プレストレストコンクリートの草創期をふりかえって

仁 杉 巖*

私は昭和 13 年に大学卒業し、すぐ鉄道省官房技術研究所に配属されたが、それから約 5 年鉄道連隊に勤務していたので実質的に研究生活にはいったのは、昭和 18 年の初めからということになる。当時、鉄道技術研究所の顧問として毎週半日研究所に来て、我々を指導されていたコンクリートの権威吉田徳次郎先生の『プレストレストコンクリートは、今後のコンクリート界に技術革新を起こすだろう』とのお話しもあって、プレストレストコンクリートが当時の鉄道技術研究所の重要研究題目にとりあげられ、若輩の私が吉田徳次郎先生の御指導のもとでこの研究を担当することになったのである。



私は、大学でプレストレストコンクリートの話は全く聞かなかったし、また、当時は戦争中のことで欧米の様子は全くわからなかったので、その頃入手しうる文献を調査することから勉強が始まった。調べてみると、鉄筋コンクリートの引張側に生ずるクラックを防ぐためコンクリートに初応力を導入するという考え方は、1800 年代の鉄筋コンクリートが実用化され始めた直後からいろいろ考えられ実験もされたようだが、成功しなかったことがドイツのバツハ教授等によって 1910 年頃に報告されている。これらの試みが成功しなかった原因は、普通の軟鋼を用いて導入する程度の初応力では、コンクリートにおこる収縮やクリープによって、時がたつと桁に苦心して導入した初応力が失われてしまい、コンクリートの引張側に生ずるクラックの発生を防ぐという効果がなくなってしまったことによる。

その後、欧米ではいろいろと研究やら試みが行われていたようであるが、1930 年代になってフランスのフレシネが降伏点の高い鋼、すなわちピアノ線と高強度のコンクリートを使用して鉄筋コンクリート桁に初応力を導入して桁の性能を向上させるという方式を成功させ、日本でも 1932 年頃にプレストレストコンクリートの原理の特許を取得している。昭和 14 年にドイツのホイヤー氏が、Der Stahlsaitenbeton という著書を発行しているが、この本が日本でも関係者の話題となり日本語に翻訳され『鋼弦コンクリート』として発刊された。

この頃日本では、福井工大の建築科教授の吉田宏彦さんが昭和 15 年頃から主として建築学会の『建築雑誌』『論文集』等にプレストレストコンクリートの紹介や研究結果を発表されておられるが、これが一部の研究者だけでなく一般の技術者にもプレストレストコンクリートの関心を高めた功績があったと思っている。

こんな背景の中で、私のプレストレストコンクリートの研究が始まったわけである。戦争中であつたので外国からの文献は全くといってもよいほど入らない中で、まとまったプレストレストコンクリートの本といえばホイヤー氏の『鋼弦コンクリート』だけといってもよく、私もこの本にしたがつて研究を始めたわけである。したがって私が勉強したのは、ホイヤー氏の説くプレテンション式のプレストレストコンクリートであつた。その頃、ポストテンション形式のプレストレストコンクリートがあることはわかっていたが、当時の日本ではプレテンション形式のコンクリートをプレストレストコンクリートの主流に考えていたと言えるであろう。

* 西武鉄道(株)副社長

吉田先生のおすすめで、何はともあれ鋼弦コンクリートの桁を造ってみようということになった。当時は戦争の末期であり資材の入手も困難をきわめたが、ピアノ線や高品質のセメントの入手から始まって、桁に初応力を加えるための装置をつくること、ピアノ線を引張るとき一本一本のピアノ線に加える力をどうしたら均等にすることができるのかなど、いろいろ苦労したのである。こんなことは、今ならメーカーの協力等で容易に解決できるのだが、戦争末期だったので大変苦労したが今になってみるとよき思い出でもある。

こんな苦心を重ねること約一年、昭和 19 年 2 月に初めて高さ 5 cm、幅 10 cm、長さ 97 cm、径 2 mm のピアノ線 10 本を桁下辺に配置したプレストレストコンクリートの小さな実験桁ができ上がり、ピアノ線に加えてあった初張力を緩めると薄い実験桁が反りかえり初応力が桁に導入されたことが確認された時は、実験に協力してくれた仲間と手を取り合って喜び、それまでいろいろ御指導をいただいた吉田先生や当時の吉田謹平研究所長に早速報告にかけつけたものである。それから終戦前後の約一年間研究を休んだが、昭和 23 年末頃までに約 100 本の実験桁を造り、試行錯誤を繰り返しながら実験を重ねプレテンション式のプレストレストコンクリートの性能の概要を知ることができ、この結果をまとめた報告書をつくり私の技術研究所でのプレストレストコンクリートの仕事を終わったのである。

その後、私は国鉄の現場に出ているのでコンクリートの研究との縁もきれていたが、昭和 27 年に欧州におけるプレストレストコンクリートの実態を調査せよとの命令をうけ約 3 か月間、欧州に出張した。その頃は、日本と欧州各国との間で平和条約が結ばれた直後であり、欧州には日本料理店が一軒もないという時代だったので現地との連絡も思うにはいかず苦労したが、英、仏、独、ベルギー、スイス等でのプレストレストコンクリートの研究や実施例をたくさんみることもできたのは、私にとって大変大きな収穫であった。私は、欧州に出かける前からこれからのプレストレストコンクリートの主流は、鋼線にアンカーをつけたポストテンション形式のものになると考えていたが、日本では、当時ポストテンション形式の桁ができていなかったもので、欧州ではこの点を中心に勉強したのである。欧州は、プレテンション形式の資材を造る工場があり枕木、パイル、ポール、小さな建築資材を造っていたが、大規模な橋梁等に用いられているのは、ポストテンション形式の桁であり、当時、支間 60 m ぐらいの橋梁が造られていた。

私がプレストレストコンクリートの研究に情熱をかたむけた理由の一つは、当時鉄道橋で 15 m ぐらいの支間の鉄筋コンクリート桁しかできなかったものをコンクリートという材料を使って鋼橋に負けない支間 100 m ぐらいの橋を造りたいと闘志を燃やしたことにある。その頃、橋梁といえど鋼橋と決まっていた、鋼橋のグループの人達が意気揚々と仕事をしているのに、コンクリート関係者は隅の方でごそごそ仕事をしている姿に義憤を感じたものである。私は、欧州から帰り何とかポストテンション形式の本格的なプレストレストコンクリートを造りたいと思いながら実施の機会をねらっていた。

昭和 28 年、私は、大阪工事々務所に勤務していたが、紀州に大水害があり各所で構造物が破壊されその復旧におわれたことがあった。この時、滋賀県にある信楽線の大戸川橋梁 10 m×3 径間の橋梁が流出して、あとに 30 m 1 径間で渡る橋梁の計画が決まった。私はここでポストテンション形式のプレストレストコンクリートを造ろうと思ったが日本で初めてのことであり、設計や施工でもまだまだ未経験のことがたくさんあり、鉄道の本線でやるのはいろいろ制約があって難しいと考えていたので、支線にある大戸川橋梁にとびついたわけである。この種の工事をするには、試験費用もかなり見込まなくてはならないが、あまり高値になっては問題もあるということで、本社との交渉もいろいろあったが、プレストレストコンクリートを何とか実施してみようという本社側の温かい配慮をいただき計画も承認され予算もそこそこにいただくことができた。

プレストレストコンクリート単純桁の設計は、そう難しいことでもないが何せ日本で造る初めて

◇巻頭言◇

の桁だったので念には念をいれてと思い、そのとき日本鋼弦コンクリート振興株式会社にいる私人技師ユバニコ氏に依頼した。施工にあたっては、鉄道技術研究所を始め各方面からの協力をうけて慎重な研究と実験を重ねながら実施に移していった。実験室で高い強度のコンクリートを造ることは、さして難しいことではないが、現場で W/C 30 数% のコンクリートを造りあげることは容易ではなかった。外部からの振動機をかけられるように、かなり丈夫な木製の型枠を造ったが、あの型枠だけで汽車が通るなどと悪口を言われたりもした。コンクリートの打設前にも何回か長さ 2m ぐらいの型枠で試験打ちをして所要のコンクリートを造れるかを検討した後、実施にうつした。初応力の導入作業でも研究所の応援をえて、桁の各所で導入される応力を測定して設計どおりの作業ができていかなど検討を行った。この工事中には、日本で初めてのポストテンション形式の橋梁工事ということでたくさんの方の見学者が来られたが、その方々とお話するうちいろいろ新しい示唆を受けることも多かった。吉田先生も一度、現地に来られいろいろ御指導をいただいたが、大層うまく施工しているとお言葉に関係者一同ほっとしたものである。この橋梁が完成してから 30 年余りたった。私はその後三回現地を訪れている。どうやら無事、使命を果たしているが、自分が発想し建設した構造物は懐かしいものである。また、この橋梁については国鉄におられた菅原操さんが、その後のコンクリートのクリープ量を測定されており、先日その報告が発表されているが、大略私達の考えていたような結果が出ているようである。

その後、私は工事現場に直接たずさわったことがなかったので、プレストレストコンクリートの設計や施工に関しては、若い方々の活躍をみまもるといった立場であったが、東海道新幹線建設の時私の担当した名古屋地区で約 200 橋の PC 桁（東海道新幹線全体で約 400 橋）を建設したことやレオンハルト形式の橋梁を矢作川、吉井川で採用したことも思い出の一つである。

最近の PC 橋梁等の発展の様子をみると、後輩の方々の活躍で私が若き日抱いた鋼橋に負けないような長大スパンの橋梁を造りたいという念願がつつぎつつぎと実現している姿や、全国津々浦々にプレストレストコンクリートの橋梁があることなどをみて、私がプレストレストコンクリート草創期にこの仕事に携わったことに技術者として大変な喜びを感じるのである。

私のプレストレストコンクリートの小さな桁の実験も信楽線の大戸川橋梁の架設にからむ研究や実験も今日顧みると何か幼稚な研究だったようにも思うのだが、プレストレストコンクリートが今日のように発展する過程の一駒としては、大切なものだったと思っている。私は、今あまりこの方面の勉強をしていないのでプレストレストコンクリートの将来についてコメントすることはないが、社会資本拡充の中でプレストレストコンクリートがますます活用され発展するよう願っている。

私は、コンクリート構造物が今日のように多方面に使用されているのは、プレストレストコンクリート技術の発展に負うことが極めて大きいと思っているのだが、この技術が開発され始めてから約半世紀たっている。最近、ふとコンクリートのことなど考えていると何かもう一つ画期的な技術が開発されないだろうかなどと思ったりする昨今である。