

特集

P C 建築物 (1)

プレストレストコンクリート構造が建築の分野で本格的に用いられるようになってから、すでに20年以上を経過している。この間、建築として魅力ある、あるいは技術的着想に優れた数多くのPC建築物が建てられてきた。しかし、PC構造が構造技術者を引きつける魅力ほどには建築の分野で普及していないのもまた事実である。

建築特集を企画するに当たり、PC 建築構造物の設計・施工の分野で活躍されている方々に、PC構造の魅力、建築構造物への適用の可能性、PC構造の普及を妨げている要因、将来の発展の可能性、方向等について、自由な立場で提言をしていただいた。

■設計者の立場から■

プレストレストコンクリートの構造

木 村 俊 彦*

ある時、筆者の設計したプレストレストコンクリートの建築現場に、坂静雄博士（現学士院会員）がわざわざ訪ねて来られ、

「プレストレストコンクリートがあったから、私の半生は楽しくなった。」

と述懐されたことがあった。筆者はこの言葉を胸にしみる尊い含みをもって聞き取れた。申すまでもなく、坂先生はコンクリート構造に関する第一人者として多くの研究や教育の業績を残された方で、材料に自ら手を触れられ、国の内外を問わず、おもしろい建物を親しく見て歩かれる。鉄筋コンクリートに関しては平面板、曲面板、そして折板の理論をも早くから研究・紹介をされ、連続体の構造力学の日本における創始的指導者であられる。筆者が学生時代に耐震壁の理論的な曖昧さに首を傾けていた頃、先生の壁のせん断力負担に対する理論的アプローチ（戦前、マルゲル変形関数を用いたもの）を目にとめて、建築の構造の中のインテリジェンスとはこういうものかもしれない、と感動したことは今でも追憶に生々しい。鉄筋コンクリートの現場を長靴をはいて歩きながら、その材料の特性を解明していくのに、高度な理論が不思議に結びついていく点である。もしかしたら、建築家やデザイナーが構造家やエンジニアに協力を求め期待しているものは、そのような材料や構造の力学的特性と対決していくインテリジェンスの片鱗であるかもしれない。少なくともエンジニアの仕事の中で、対象とする自

然現象はともかくとして、人間に直接訴えるものがあるとすれば、それはやはりこうした知性がどこかにわずかに光って出てくる点なのであろう。そして、見る人はそれを読み取る。

坂先生がプレストレストコンクリートのどこに魅力を感じられたのか、突込んで伺ったことはない。筆者がそれを想像することは僭越であり、見当違いであるかもしれないが、恐らく、先生も筆者が感じるように、プレストレストコンクリートという材料と構法に、まさに構造的なインテリジェンスというか、それが知的な魅力を備えうる構造となりうる可能性を認めておられるからではなかろうか。鉄ほどシャープではなく、厚みと幅を持ち、やはりコンクリートという材料の優れた特性、つまり耐久性とか永遠性とかの安定感、信頼感があり、しかも、ただ固い泥の固まりではなく、必要最少量に洗練された質感、無駄や贅肉を綺麗に削ぎ落とした美しさがある。勿論、いかに削ぎ落とすかという点で、高度な力学や、材料、工法、ディテールに知恵が絞られている。そうしたところから全く自然に、出来上る形や空間の中に、その陰の知性が片鱗をのぞかせるのではないだろうか。筆者はその点が好きなのである。

プレストレストコンクリートは様々の自由度を持っている。広い建築、高い建築、量産の建築、組立ての建築など、あらゆる構造に応用面を持っている。それは工法としての質と品位の問題であって、規模や大きさとは関係なく、それが本当に適切に使われたならば、どんな小

* 木村俊彦構造設計事務所

さな建物の中にも生き、そしてプレストレストコンクリートだからこそこうなったのだという風格が備わってくる。そうした魅力は、施工し易い位置で、丁寧に造り上げ、養生して、その特性を十二分に生かしていけるプレキャスト、プレファブリケートド、プレストレストコンクリート（プレテンションでもポストテンションでもよいけれど）の場合、一層際立ったものとなる。さらに最近では、工法上の問題はともかく、設計手法の変革からプレストレストコンクリートの知的な姿体の上に、一層、磨きかけられるようになった。というのは、ほかでもない、コンピューターの応用である。つまり、プレストレストコンクリートの特性を数え上げてみれば、普通の鉄筋コンクリートと異なる点が多々ある。それらの点が、考えようによってはプレストレストコンクリート構造の構造計算や解析を難しくする。それを克服してこそ、はじめてプレストレストコンクリートらしい洗練された構造美に到達できるのであるが、その手順はやはりかなり複雑で錯綜している。ところが、それらの障害が、コンピューターの演算能力と処理能力を活用することによって容易に解決する。いや、容易というのは誤解される恐れがある。正確には、その複雑な錯綜した手順を、少しも億劫がることなく、繰返せるということであり、しかるがゆえに、マニュアルな計算ではとても実現することのできない均斉と、合理性と、経済性を追求でき、視覚的に満足できるまでの磨きかけられると言えよう。

さて、普通の鉄筋コンクリートと異なる特性とは何か、それについて筆者はこれまで再々解説を繰返してきたことであるが、その要点をもう一度拾い上げてみよう。プレストレストコンクリートの発想は古く、普通の鉄筋コンクリートとそれほど年代の差はない。すなわち、モニエの鉄筋コンクリートの発明（特許）が1865年で、それは植木鉢から始まって、船や馬車の車体にまで応用された。それが構造物に初めて応用されたのは1890年である。一方、プレストレストコンクリートの実験は、すでに1886年に試みられている。恐らく、鉄筋コンクリートという新材料の卓越した特性と、その限りない将来性が、その誕生と同時に認められ、だからこそ、その鉄筋コンクリートという材料に本質的に潜む欠陥（例えば収縮性）や力学的曖昧さ（例えば、引張鉄筋はコンクリートが引き裂かれるほど変形してはじめて働く）も、早くから注目されていたのであろう。そして、その鉄筋コンクリートの将来性ある長所をすべて生かし、さらにその問題視されている諸欠陥を克服する方法として、プレストレスト力をコンクリートに与えておくという方法が考案されたのである。コンクリートがひびわれ、引き裂かれなければ鋼材が働かない。それほど、折角の引張補強

材が後発性のものならば、その鋼材をはじめから引張っておいて、その反力をコンクリートの中に貯金しておけばよいではないか。そうすることによって、圧縮応力という貯金を持ったコンクリートは、その貯金を使い果たすまでは、あたかも引張強度を持つ材料に生まれ変わったかのごとく働くであろう。しかし、この原理の応用が実際に成功したのは1926年（フレシネーのブルーガステル橋）であるから、ちょうど40年間は実験の失敗を重ねていたことになる。その最も大きい原因は、鋼材の強度が低くて（1910年で35 kg/mm²程度）実効の得られるほどのプレストレスト力がかけられなかったからと言われている。プレストレストコンクリートを“鋼弦コンクリート”として、日本に初めて紹介したのは吉田宏彦博士（1930）とされているがこれが最初に実施されたのは第2次大戦後の1951年（七尾市の長生橋、わずか3.5 m スパンの三連橋）と聞いているから、やはり20年の停滞があったことになる。アメリカに導入されたのも1950年というから、今世紀後半と言ってもよいが、欧米、日本でいずれも急速に応用の途が開け、シェルや吊屋根と並んで、“今世紀最大の建設技術”と称されるに至った。

プレストレストコンクリートに使用される材料はその原理を生かすためにも、どうしても高強度、高品質でなければならない。通常の鉄筋コンクリートに比べれば、コンクリートで1.5~2倍、鋼材では3~6倍の強度が常用される。したがって、同一の積載荷重条件の下で設計される鉄筋コンクリート梁や鉄骨鉄筋コンクリート梁に比べて、自重は50~60%程度になる。その原理から、引張力による亀裂や、収縮による亀裂は完全に（あるいは適当に）制御でき、その高品質のゆえに摩耗や化学作用に対して安定で、水密性も高い。したがって、スレンダーで密実で、軽快な緊張感があって美観上も評価される。さらに、強度上も繰返し荷重や衝撃に強く、破壊の前兆も早期に発見することができ、万一、超過荷重によって亀裂を生じて、荷重を取除けば復元する。これらは普通の鉄筋コンクリートで得られない優れた点であるが、鉄骨に比べても、錆びることはなく耐久性に富み、耐火性も高い。かつて、プレストレストコンクリートは火災に遭うと爆裂すると非難されたこともあった。耐火試験用に造った部材を、急いで試験すると事実爆発することもある。しかし、それはコンクリートの材令が若いために、内部の含有水分が爆発するので、普通の鉄筋コンクリートや無筋のコンクリートでも同じことが発生することを筆者は経験している。同寸法の鉄筋コンクリート部材に比して耐火性が特に劣るということはない。

工場生産や大量生産の部材に対してプレストレストを応用する時は、上述の長所が、その施工精度や加工度の