

PC構造の耐震性能 と技術の将来



渡 邊 史 夫*

本年1月17日未明に起きた兵庫県南部地震は、5000人を超える尊い人命の損失と多くの建物被害を引き起こし、阪神地区にとってはまことに不幸な出来事であった。PC技術協会は、いち早く調査委員会（委員長：鈴木素彦理事）を組織し、調査が実施された。その結果は、「兵庫県南部地震PC構造物震害調査報告書」としてまとめられている。過去、我が国で発生した大地震によるPC造建物被害は殆ど無く、PC構造は耐震性に優れていると考えられていたが、サンプル数が少なく、十分な説明にはなっていなかった。今回の兵庫県南部地震では、激震地域に数多くのPC造建物が建設されており、かつ被害が殆ど無かったため、PC造建物の耐震性能の高さがデータに基づいて改めて立証される結果となった。詳細な分析は今後に待たなければいけないが、現在挙げられている理由としては、適用された耐震設計法の効果、密実で強度の高い高性能コンクリートの使用および慎重な構造設計が挙げられている。

PC構造の設計では、日本建築学会より「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」が1961年に出版された当初より破壊安全率の検査を要求しており、耐震設計に関して言えば、当時の短期地震荷重を1.5倍し、曲げおよびせん断に対する部材破壊安全率を確保するという終局強度型設計の考えが示されている。規準ではこの理由を以下のように説明している。

“プレストレストコンクリートの力学的特質として高度の弾性的性質と復元力があり、この規準においてもこれを十分生かすような設計法が採用されている。すなわち、地震力・風圧力・積載荷重などは構造物に一時的に作用する荷重であるから、これらの荷重の作用が終わったときには構造物は再びもとに戻元して、もとと同様な力学的性質を示すものであれば、このような復元性が十分期待できる限界までの短期応力を構造物に作用させても問題はないわけである。”

すなわち、短期地震荷重に対する荷重係数を1.5とし部材を終局強度型設計する形で、PC構造の短期地震荷重に対する応答が弾性範囲に留まることを保証していることになり、逆に言えば短期荷重の1.5倍の地震荷重に抵抗できることを意味する。これが今回の地震被害が極めて軽微であった理由の一つと考えられている。この考え方は、当時短期地震荷重に対して短期許容応力度設計が用いられていたPC構造とは大きく異なっており、以来PC造建物の設計には、この終局強度型設計の考え方が踏襲されてきた。現在の建築基準法に基づく設計体系にもこの考え方が取り入れられており、日本建築センター編「建築物の構造規定—建築基準法施行令第3章の解説と運用」にルート3-aとして示されてい

* Fumio WATANABE : 本協会理事、京都大学工学部教授

◇巻頭言◇

る。そこでは、一次設計での設計地震荷重を1.5倍し、かつ建物の偏心率および剛性率による割増しを考慮した設計地震荷重に対して終局強度型設計を行う形となっている。今回の激震地域にあった多くのPC造建物は上記の方法で設計されているはずであり、現在、地震被害と適用された耐震設計法の相関が分析されている。

一方、コンクリートの品質について考えてみると、PC梁には、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮によるPC鋼材緊張力の減退とたわみ増大を防ぐため密実で強度の高い高性能コンクリートが要求され、一体打ちPC構造の場合でもRC柱部分にも同様の高性能コンクリートが使用される場合が多い。プレキャスト工法では、通常、柱および梁ともに高性能コンクリートが使用される。このような高性能コンクリートの使用は、コンクリート施工に十分な注意を自動的に要求すると同時にコンクリート自身にも応力上の余力をもたらす、結果として余裕のある構造設計を生み出している。また、PC構造の設計では、不静定応力の検討、導入手順、施工方法など多くの考慮すべき特有の問題点があるため設計者が慎重にならざるを得ず、極めて質の高い構造設計が実施されてきたと推察される。

今回の阪神大震災でPC造建物の被害が軽微であったと安心してばかりはいられない。現在の耐震設計法ではPC造建物特有の力学的性質を十分反映させていると言えない面がある。PC構造の高度の弾性的性質と復元力は長所であると同時に、エネルギー消費の面からは欠点となる。したがって、今後高層建物も含む多くの建築形式に幅広くPC構造を適用していくためには、PC構造の特徴を十分に反映させた耐震設計法の確立が望まれる。これに関しては、PC造建物のより合理的な耐震設計法を策定し、さらなる普及をはかるためのPC共同研究（建築研究振興協会）が、岡本伸氏（日本建築センター技術研究所長）を技術調整委員会委員長として実施されており、数年内に設計および施工に関する技術指針が完成される予定である。このプロジェクトは、PC構造にかかわっている研究者・技術者を主体とし、RC分野の技術者・研究者も含めた形で実施されており、会員の皆様の絶大な支援をお願いする次第である。このプロジェクトは、PC造建物のより合理的な耐震設計法策定に加えてもう一つの大きな意義を持っている。それは、従来ともすれば閉鎖的な環境の下で進められてきたPC構造の世界を大きく広げ、将来のPC構造の隆盛をもたらさんとする点にある。筆者は、このプロジェクトを通じて、構造設計に携わる人々がPC構造の本質を理解しコンクリート系構造の一つとしての位置付けをしていくことを期待している。適材適所という言葉があるが、PC構造の本質の理解は、まさにPC構造を適材とする適所に用いていくための基本条件である。

PCの世界の将来についてであるが、PC構造はPC緊張材によってコンクリートに圧縮応力を導入しコンクリートの引張に対する弱点を補強する工法として考案された。しかし、もっと幅広く解釈すれば、圧縮応力を導入する相手はコンクリートに限らず、鉄骨または鉄骨鉄筋コンクリートでもよいし、PC緊張材それ自体が外力に抵抗するシステムもある。また、部材と部材を摩擦接合する場合にも極めて有効な手法であり、柱・梁の圧着接合、セグメンタル工法など応用範囲には際限がない。このようにPC構造を幅広い視野でとらえ、PC構造の応用範囲を広げていくことが今後の方向である。

最後になりましたが、従来のPC構造とRC構造、建築と土木といった古い対比構造を乗り越えて会員諸氏がPC技術の発展に努力されることを期待すると同時にPC技術協会のさらなる繁栄を願って結びとします。