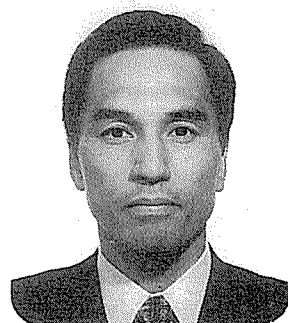


PC製品とコンクリート

富田 六郎*



コンクリートに携わって30年弱、特殊と名の付くコンクリートは何でも扱ってきたような気がする。軽量コンクリート、ホットコンクリート、高強度コンクリート、流動化コンクリート、超速硬コンクリート、超低発熱コンクリート、高流動コンクリート……と一応時流に合ったものは研究の対象にしてきたつもりである。なかでも思い入れの深いものは、高強度コンクリートであり、その対象であったコンクリート製品、とりわけプレストレストコンクリート製品である。

PC構造の発想は古いものだそうだが、実現を可能としたのは鋼材の高強度化というドラスティックな開発に拠るところが多いと聞く。しかし、コンクリートも決して裏方ばかりであった訳ではなく、十分に相棒としての役割を果たしてきたし、むしろ最近では新規な技術開発に果たす比重は相当に高くなっているものと思う。

プレストレストコンクリートとの出会いは、誰でも同じであろうが、学生時代の講義や試験実習にさかのぼる。また、その理屈の説明に、麻雀パイを持ち上げる例を見せられた方も多いと思う。学生実験では、指導教官の言われるままに中央にシースを配した試験体を作り、PC鋼棒を緊張し、その試験体の載荷試験をした。RCもよく理解できなかった学生の身には、その結果も効果も、細かなプロセスをどうこなしたかも記憶に薄いが、何故かPC部材の試験をしたことだけはよく覚えている。

社会人となってからのPCとの関わりは、既製杭の開発に伴うコンクリートを通しての経験が圧倒的に多い。当時RC杭からPC杭へ、さらに高強度PC杭の開発への時期であった。ただ、高強度コンクリートの手法は、オートクレーブが主で、技術的にはほぼ確立されていた。その後、高強度のハイモーメント杭の開発へと進んでいった。有効プレストレス量が $100\text{kg}/\text{cm}^2$ のC種杭の上に、さらに $160\text{kg}/\text{cm}^2$ のF種迄の杭を作ろうというものである。この開発では、クリープやリラクセーションをどう克服するかが最大の技術課題であったが、コンクリートにも相当の出番があった。オートクレーブに頼らない高強度コンクリート技術が要求され、さらに通常より $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度高いより高強度のコンクリートも要求された。各社の苦闘の末、製品として完成され世に出ることになった。またこの間、低リラク鋼棒の開発などもあって、オートクレーブ養生が可能なハイモーメント杭などいろいろな組合わせの製品も開発された。しかし、その後の鋼管複合杭の普及と耐震性能の要求もあって、商品寿命は短いものとなったようだが、ともあれPC杭としてF種杭は最高クラスの性能のものであったといえる。

このような開発の中で、プレストレス量のロスをいかに測定するかということにも智恵を割いてきた。

* Rokuro TOMITA：日本セメント(株)中央研究所 セメント・コンクリート研究部 副部長

コンクリートのクリープと乾燥収縮、PC鋼材のリラクゼーションを個別には測定できても、養生期間を含めてこれらの総量をどう見積もるかという課題は、硬い頭には相当の難題であった。当時は、製造後の杭の本体のコンクリートをPC鋼材の位置で切り込み、露出させたPC鋼材を切断して、その前後の鋼材のひずみ差から推測する方法がとられていた。確かに緊張時から弾性的にロスした量を測定できるが、コンクリートのクリープと鋼材のリラクゼーションの分離等細かいことはよく分からない。また、穴を開けたときにわずかではあるが断面欠損の弾性的なロスが生じてしまい、これも考慮されるべきである。厳密なことを言い出すときはなかったが、何とか残存応力の推測や相対的な比較はできた。

しかし、この方法では製造の各過程でのひずみ変化を追跡できない。それならばと、杭の製造の前から鋼材にひずみゲージを設置し、工程ごとに挙動を追跡しようということになった。鋼材に貼ったひずみゲージの防水技術、長いリード線の処理テクニック(遠心力成形時に切れたりしないよう)を習得し、緊張前、緊張後、遠心力成形後……と、順次測定を続けることができた。データのばらつきの大きいことをどう縮小化するかが最大の課題であったが、それなりにデータは得られた。しかし、今一つ物足りない。それは、ゲージがもたないため、オートクレーブ養生ができないことである。

そこで極めつけに、鋼材、コンクリートのひずみの経時的な変化をオートクレーブ中も含めて計ってみようということになった。200℃に耐える耐熱性のゲージの選択やリード線の選択は何とかなるとして、問題は、リード線をどこから引き出すかということである。結局予備の温度計を外し、いろいろと細工をして、とにかく試験用オートクレーブ本体から直接リード線を引き出すことに成功した。圧力の上昇につれて、リード線周囲のガスケットから蒸気が漏れることは承知のうえで、全体の容量からすれば漏れる蒸気の量は大きすぎないだろうという乱暴な発想である。ともあれ圧力の保持を終え、圧力を低下させるときの安堵感はなかなか経験できるものではなかった。

この結果も残念ながら正確には記憶していないが、温度補償タイプとはいえ、温度変化によるひずみゲージの自己変化が大きく大幅な補正が必要なことと、昇温の段階でPC部材の収縮が相当に生ずることが認められたと覚えている。最近の技術の進歩の中で、古い昔の笑い話になるようなものであるが、苦労したことはなかなか忘れないものである。

翻って、その後はアルカリ骨材反応への対応、補修工法の開発と実施、工程での強度の安定確保の課題、最近では省力化・高性能化を目指した高流動コンクリートの開発と、PC固有の問題ではないがPCに係わるコンクリート技術には何かと触れる機会が多い。最終強度は当然のこと、脱型時点(プレストレス導入時)の強度も直接部材の性能に結び付くため、要求性能が厳しく最も神経を使うコンクリートである。逆にPC用のコンクリートをマスターしておけば、あとの応用は比較的楽である。

昔コンクリートの大先生が、コンクリートには3悪があると表現されていた。つまり、硬化に時間がかかること、収縮が大きくそれによるひび割れが避けられないこと、強度のばらつきが大きく試験回数や試験体数が多くなることである。これらの問題はほとんど解決されていないし、コンクリートにはこれ以外にまだまだ多くの欠点が指摘されている。ということは、裏を返せばまだ開発の余地がたくさんあるということである。

構造的な解析や技術は長足の進歩を遂げ、新しい形式の構造物や斬新な設計の構造物は毎年のように増えていく。それを支えるという大げさだが、少なくともコンクリートの開発がPC構造物の開発のネックなどと言われたいよう、地道な研究の積重ねや即応性のある技術開発には今後も積極的に関わっていきたいと考えている。