

PC今昔



名古屋大学名誉教授
(一社)社会基盤技術評価
支援機構・中部 専務理事

田辺 忠顕

電力中央研究所

この様に、私のPC構造との関わりは、随分と早かったが、そのまま、電力中央研究所に入ったために、橋梁構造物との関わりは、一時、中断することになった。その代わりに、原子力構造物、特に格納容器や圧力容器などで、PC構造との関係が大きくなった。電力中央研究所に就職した昭和46年当時は、また、日本の電力産業としてもガス型炉の研究を放棄しておらず、圧力容器をPC構造で建造しようとする試みがなされていた。ガス型炉圧力容器をプレストレストコンクリートで作る場合には、コンクリート自身も高温高圧環境(場合によっては数百℃)となるために、高温高圧下でのコンクリート中の水分移動、クリープ挙動、鋼材のリラクゼーション、破壊則の開発など、実験や解析理論が多彩に研究され始めていた。世界的には、欧米が

Scordelis教授、University of Colorado at Boulder のGerstle教授、William教授などの付き合いが始まり、構成則の考え方や局所化理論など随分と教えられる所があった。特にPC関係という事ではなかったが、力学の奥深い所の議論や、鋼構造物などをやっている人たちには到底受け入れられない軟化材料としての取扱いは、実に興味深いところであった。軟化理論は、PC構造物の終局破壊理論としても不可欠なものであることは今や常識になっている。

しかし、昭和50年代になると日本ではガス型炉の開発は止めになり、軽水炉の開発で行くことになり、PC構造物としては、加圧水型の格納容器程度になり、段々と原子力関係のPC構造研究は下火になっていった。

PC構造の肝

一方、橋梁構造物としては、道路公団(当時)の高速道路建設が日本経済の高度成長に合わせて全国規模で行われ続けて多くのPC橋梁も採用され、近年完成に近づきつつある新東名・新名神の建設では、随分と多くの技術革新があった。しかし、私は、あまりそのような建設に関係する事はなく、実際工事の見学などをしてきているみであった。ただ、平成12年頃から、

PCとの出会い

私のPC構造との出会いは、随分と早かった。それは、大学院博士課程時代に始まるが、昭和46年に博士論文を國分正胤先生のご指導で提出した。博士論文は、プレキャスト部材のはり・柱をプレストレストリングで繋ぎ、急速施工で高架橋構造を建造するという内容であった。柱は、大口径PCパイプを橋脚用に設計製造すれば、既往の製造ラインを用いることができ、当時の高度経済成長(昭和40年代)に伴うインフラ整備スピードに追随しようとする発想だった。

これは、ついに実現することは無かったが、PC関係の設計施工指針づくりにも、関係させていただいた。それは、土木学会へ各工法別のPC工法設計施工指針の策定が委託され、委員会が構成されて工法別の指針が策定され始めていた時に、大学院の学生であるにもかかわらず、委員会の書記係

を國分先生から命ぜられたことによる。いま、その当時を探ってみると、それは、デイビダーク工法設計施工指針(コンクリートライブラリー15号)などから始まってSEEE工法設計施工指針(コンクリートライブラリー36号)に至る8本の設計施工指針であったようであるが、当時、それらの各工法の委員会の書記係として、指針策定を垣間見ることができた。また、各工法の定着装置の工場見学もあり、貴重な定着実験現場に行かせていただいた。学生の身分であるから、今から考えると破格のことであったのだが、当時全くそういう事に思い至らなかつた未熟者であった。

委員会では北大の横道先生の議論が印象に残っているし、デイビダーク工法委員会の議事録を作成する際には、何も知らない後輩の私であるにもかかわらず、鹿島建設の内藤さんから、対等に扱っていただいたことなどが鮮明に記憶に残っている。

PC技術協会(現PC工学会)の会長を仰せつかつて、3年間ほど、会長をやることになり、特にPCの実務者との交流が深まることになった。以来、PC工学会の年次大会などには、現在も参加に努めていて、最近になって、PC構造物建造の肝が緊張力導入時であり、その時の挙動が実感として分からないとPC構造物の事は分かたさうで分からないことに気づき、その数値解析を通して一段とこの特殊構造物の性質を理解しようと感じている。勿論、緊張後の挙動はRC構造物と原理的にはあまり変化はないが、いずれにしても、緊張時のケーブルとコンクリート躯体の相対変形が生じない不動点の解析をはじめとして、さらに設計計算の精度を高める必要な点があることも解ってきた。このことについては、後でもう一度述べる。

国際学会

ちょっと元に戻って、昭和56年に名古屋大学へ移ってから、CEB、IABSEなどの国際委員会に参加する機会が多くなり、十数年に亘って日本からの委員として参加しその活動をつぶさにみるようになった。IABSEなどはまさに橋梁学会で、会う人物は殆ど橋梁関係者であったが、先のBazantやWilliamらとは異なる、いわゆる研究技術者が多く学問的な交流は少なく、むしろ学会としてのポリティックスを学んだような気がする。CEBとfibはその後合併しfibとなったが、その実力やPC橋梁の実績などから日本からfibあるいはfibに、会長が何年かに一度くらいは出てよさそうなのにまだ一人も出していないし、IABSEでも伊藤学東大名誉教授が一度だけ会長に選ばれたが、伊藤先生以外には日本人の会長はいない。これらは、取りも直さず、国際学会におけるポリティックスの問題なのだが、この点で、日本のコンクリート国際学会関係で成功しているのは、ISOであり、そのコンクリート関係には日本人の研究者がいくつかTC71(コンクリート関係)下のWGのtopになっている。国際学会の要職に就く人は、日本のpresenceを常に揚げようと考えてる人でなくてはならないのに、そう言う学者、実務者が少ないのであろう。言い換えれば、日本が、その実力にもかかわらず国際学会や国際機関で要職を占めないのは、まさに、ポリティックスの弱さであることを学んだといつて良い。

3次元FEM解析

最後に、3年ほど前に設計・解析関連のコンファランスで基調講演を頼

まれて、JCI初期応力解析コード関連の話をした際に、PC構造物のプレストレス導入時の解析で、実状況のsimulationを知ることができた。

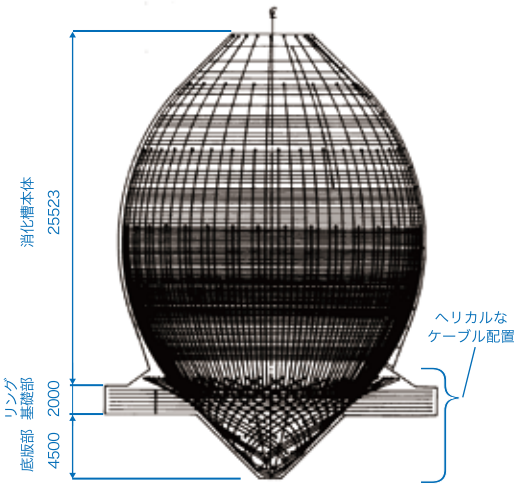
例えば、図1、図2に示す卵形消化槽底部版部のヘリカルなケーブル配置の場合、緊張力解析などは、現在の市販のFEM解析コードで簡単に解析できると思っていたのだが。

ヘリカルに配置されたPCケーブルの緊張は卵形消化槽底部版部上方で行われたが、緊張力による応力計算は、緊張ケーブルを多直線線形ケーブルに置き換え、そのケーブルに平均緊張力に相当する初期ひずみを与えて行われたとのことである。底部版部下方に定着部が固定されて、緊張が底部版部上方で片引きされる場合には、ケーブルからコンクリートへ伝

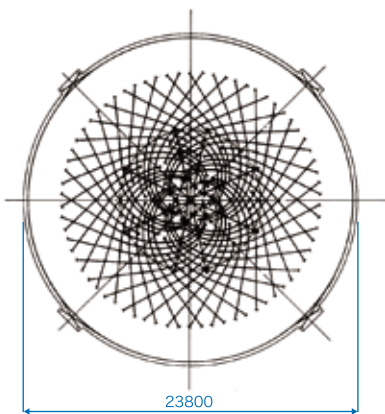
達される摩擦力の方向は一定しているから、緊張力ならびに摩擦力をその通りにsimulationした方が、実状に合っていると思われるのだが、3次元FEM解析において、緊張時PCケーブルとコンクリートの摩擦力をきちんと取り扱う理論が確立されていないということのようだ。

これらが契機になって、FEM緊張解析でどのようなケーブル配置でも、摩擦による緊張力減少を考慮に入れる解析コードの開発を試みることにした。つい、3年ほど前のことである。間もなくPC工学会あるいはJCIの講演会で公表できると考えている。

PC技術全体としては、これは僅かな貢献かもしれないが、やはり、仲間とともに体力の続く限り地道に努力を続けたいと考えるこの頃である。



▲ 図1 卵形消化槽 PC 鋼材側面配置図



▲ 図2 リング基礎部・底部版 PC 鋼材平面配置図