

21 世紀 と PC

21 世紀——ハイテクコンクリートにかける夢

六 車 熙



プレストレストコンクリート（以下 PC）の原理が発表されたのは、今からちょうど 100 年ほど前の 19 世紀末であった。当時はコンクリートや鋼材の強度不足により、原理の優秀性は認められながらも、これを実現することは困難であった。材料強度の増大によってやがて PC を実際に造ることができるようになったのは 60 年ほど前であり、組織的な基礎研究を行ったフレシネーの創意、考案がもとになって、今日の PC 技術のめざましい発展をみるに至った。とくに、1950 年代以降は PC 技術の大発展期を迎え、種々の定着装置の考案、改良、コンクリートや PC 鋼材の高強度化と品質の向上、PC ならでは不可能と考えられる各種工法の開発などが相次ぎ、構造物はますます長大化、高層化していった。わが国における PC の研究は昭和 16 年に始まったが、本格的な実用が開始されたのは昭和 27 年にフレシネー法の技術導入が行われてからである。以来、種々の定着システム、工法の技術導入が相次いだ。昭和 33 年に土木学会 PC 設計施工指針が、昭和 36 年には日本建築学会 PC 設計施工規準がそれぞれ制定され、地震国というヨーロッパ各国にはない特殊条件のもとでの PC 構造物の発展の基盤が作られた。筆者の属する建築の分野では、スパン 40 m 以上の架構が建設されるなど、PC でなければ建設困難と考えられる多層多スパン不静定耐震ラーメン構造物が多数建設され、著しく耐久性に富み、か

つ、構造物としての健全性、品質の優良性の点で、高い評価を受けるに至った。

このような発展の歴史を背景に、昨今はアンボンド構造、パーシャルプレストレス構造などプレストレスにもとづく構造種別も多様化しており、また、PC のみならずコンクリート系構造物すべてについての泣き所であった破壊時の靱性不足を、コンクリートの横拘束により大幅に改善する技術も開発され、鋼に匹敵する塑性変形能力を部材に与えることが可能となるなど、技術面の発展はめざましい。なかでも、プレストレス導入によるひずみエネルギーの貯蔵タンクであるコンクリートの圧縮強度については、高性能減水剤の使用による水セメント比の低減と、シリカヒュームを用いたコンクリート内部組織の高密度化システム（Densified System）技術の開発により、今日では 3 000 kgf/cm² にも到達している。このようなコンクリートはもはや構造材料の領域をこえてキャストセラミックスの世界に属するものであり、鋳鉄代替品、金属板代替品、プラスチック代替品としての利用も考えられるに至っている。コンクリートといえどもハイテクの時代を迎えつつあるといえよう。

再び構造材料としてのコンクリートに話をもどすが、高性能減水剤の使用とシリカヒュームによる高密度化システムの利用により、1 000 kgf/cm² 程度の圧縮強度を持ったコンクリートは極めて容易に得られる。このよう

◇誌上座談会◇

なコンクリートは高密度化されているので内部空隙をほとんど持たず、その結果、水や油はほとんど浸透せず、また、昨今問題となっている塩素イオンの透過もほとんどない。問題は現場施工性にあるが、それも北海油田における石油掘削プラットフォームの建設にあたって、セメント、混和剤等の材料の改良が精力的に進められ、現在建設中の Gullfaks C プラットフォームでは 28 日立方体強度 750 kgf/cm² (シリンダー強度換算 638 kgf/cm²) のコンクリートが、水セメント比 38%、スランプ 24 cm で製造され、ポンプ打設されている。スランプ 24 cm という日本製のコンクリートを思い出すが、骨材分離は全くおこらず、また、ポンパビリチーも極めて良好というコンクリートである。橋梁では立方体圧縮強度 1 000 kgf/cm² (シリンダー換算強度 850 kgf/cm²) に達するコンクリートが上述の高スランプで現場打設され、さらには、立方体圧縮強度 1 000 kgf/cm² の軽量粗骨材コンクリートも開発され、より長大またはより高層の構造物の建設に一つの可能性をあたえている。

このような高強度コンクリートが大規模構造物の現場で容易に打設できるようになるとは、10 年前には誰も予想しなかったことであろう。ここに至るまでには海洋という極めて苛酷な環境条件にさらされる構造物を対象として研究を進めることができたことに負うところ大であるが、同時に、構造物の耐久性や耐疲労性などに対する厳しい要求を満足するため、単に Civil Engineering 分野の専門家だけではなく、化学、機械工学等の広い分野の専門家の永年の協力なしには、ここまでには至らなかったであろう。参考までに表に海洋プラットフォームの建設が始まった 1972 年当初より今日に至るまでのコンクリートの品質の変遷を示しておく。

1987 年 6 月に海洋プラットフォーム建設基地のスタバングル (ノルウェイ) で高強度コンクリートの利用に

海洋プラットフォーム筒体部コンクリートの品質 (スリップフォーム施工)

プラットフォーム名称	建設年度	打設量 (m ³)	コンクリート種別	28日立方体強度		スランプ (cm)
				平均 (MPa)	標準偏差 (MPa)	
Ekofisk I	1972	—	C40	45 57	2.3 3.5	10 10
Beryl A	1974	17 100	C45	55	3.0	12
Brent B	1974	40 600	C45	53	3.1	12
Brent D	1975	34 000	C50	54.2	2.5	12
Stafjord A	1975	47 400	C50	54.6	2.5	12
Stafjord B	1979	56 700	C55	62.5	3.9	16
Stafjord C	1982	63 700	C55	67.5	3.8	21
Gullfaks A	1984	63 400	C55	65.2	3.4	22
Gullfaks B	1985	45 000	C55	80.8	5.0	22
Oseberg A	1986	43 000	C60	76.7	3.6	23
Gullfaks C	1986	17 400	C70	83.8	5.4	24

関するシンポジウムが開催され、世界のトップレベルの研究者、技術者が一堂に会して、高強度コンクリートに関する現状と将来の発展について白熱した論議がかわされた。上述のコンクリート技術の発展は、筆者がこのシンポジウムに出席し、見聞を広めた一端を紹介したにすぎない。席上、これからの何年かの間重点的研究課題として、圧縮強度 1 000~1 500 kgf/cm² のコンクリートの現場施工方法の開発、および、このような超高強度コンクリートを用いた合理的構造の開発が挙げられ、21 世紀へ向かってのコンクリート構造工学の発展の基盤作りがなされようとしている。もちろん、これらの課題の研究推進には、関連する広い分野の専門家の結集、協力なしには実現困難である。正にコンクリートの分野にもハイテク時代到来といって過言ではなからう。自己の専門分野に閉じこもり、総合の科学の時代を迎えつつある現状を徒に看過すれば、来たるべきハイテク時代に対処は困難とならう。21 世紀の夢は、今日の世界の先端技術に目を開くことから始まるのではなからうか。

(京都大学教授、工学博士)

設計をシンプルかつエレガントに



岡 村 甫

コンピュータの発達によって、PC 構造物の設計において従来人間の行ってきたことのかなりな部分がコンピュータによって行われるようになってきた。その場合、設計技術者が担うべき責任は何か。仕事をするのが即トレーニングとなっていたが、その点をどのように解決

するか。など、コンピュータ時代における PC 構造物の設計に関して考えておくべきことは多い。これらに関して、私なりの考えを以下に述べてみたい。

構造物の設計に、人間の能力を最大限に生かすために、パーソナルコンピュータを有効に生かし、グラフィ