

今後のコンクリートの動向について

山 田 順 治*

鉄筋コンクリート構造物にしてもプレストレストコンクリート構造物にしても、年々大型化してゆく傾向にある。またこれと呼応するかのようにコンクリートの品質確保のうえからも、現場の施工期間短縮からも、プレキャストコンクリートの使用が増加してゆく傾向にあると言える。これらの要望に応えるために高強度で軽量のコンクリートがこれから必要になってくるものと思われる。

FIP の会長をしている、Ben C. Gerwick 氏も海洋コンクリート構造物の最近の傾向として、コンクリートのことについては次のように述べている¹⁾。バックリングが部材の破壊のもととなる可能性があるので、部材寸法をへらすにしても勿論限度があるが、寸法をへらすためにコンクリートの重量を軽減できるように高強度コンクリートを使用するようになる。また構造物の上部には、高強度がえられるように十分注意しながら軽量コンクリートを使用するようになるとうっている。

また Ben C. Gerwick 氏が英国の The Institute of Civil Engineers で海洋構造物に使用されるコンクリートの将来性について講演された内容によると²⁾、コンクリート海洋構造物で特に技術的問題となることは、モーメントと軸力とを同時に受ける部材のせん断抵抗、荷重が変化する場合の疲労強度、作業船などの衝突による衝撃抵抗、建設中の水和熱によるものと石油の温度からくる温度ひずみ、などであるとして、FIP では Recommended practice for design and construction of concrete structures の第 3 版ができかかっているとうっているが、この小冊子は既にでき上がって、一部当技術協会にも届いており会員の注文をまとめて頒布したいと聞いているので、入手は容易である。またこの講演の中で、使用材料も間断なく開発されていて、その進展も遅々としてはいるが確実に、それらの相乗的有利性はかなり大きいとあってよいとしている。

続いて、軽量で高強度のコンクリートはある種の構造物には既に実用化されており、またコンクリートの引張強度は弱いものであるから一定限度があり、特にせん断強度に弱いので鉄鋼繊維の混入コンクリートの研究が行われているとうっている。これについてはわが国でも研

究はもちろんのこと一部実用化されつつある現状である。またせん断強度、疲労強度、柔軟性などを大きくする方法として、らせん鉄筋とかスターラップの形で、confining reinforcement を使用することも有利であるとしている。さらにコンクリート材料の中にポリマーをまぜる polymer concrete についてもふれており、まだ実験室段階であるが繊維と一緒に使った場合将来性が大きいのではないかという意見を述べている。

これらの内容を考えてみると、自ら今後建設材料としてのコンクリートのあるべき姿が浮んでくるような気がし、高強度で、軽量で、鉄鋼繊維と複合したポリマーコンクリートといった姿がでてくるのである。

高強度コンクリート

高強度コンクリートをうるためには、ごく最近日の目をみてきた特殊減水剤が大きな役目を果していると思われる。またコンクリートの常圧蒸気養生とかオートクレーブ養生とかの養生方法にも大いに影響があると思うが、養生方法については別の機会にゆずりたい。

今日ではこの特殊減水剤は極めてポピュラーになって広く使用されているが、わが国で十数年前初めてこの特殊減水剤が開発されて、これを使用してオートクレーブ養生された鉄筋コンクリートパイルとか、プレストレストコンクリートパイルのコンクリート強度がほぼ 1000 kg/cm² 程度の高強度まで達して、当時米国のコンクリート業界から、いろいろのルートを通じてどうしたら 1000 kg/cm² という高強度コンクリートが商業ベースにのるのかという質問を受けたことを覚えている。

一方英国では西ドイツや日本や米国でこの特殊減水剤、すなわち superplasticiser が広く使われているのに、何故英国ではもっと使われないのかといった論文もでて³⁾。筆者は日本が最初にこの特殊減水剤を考えついたものと思っているが、この文献によると 1960 年に西ドイツが初めてこの技術を開発し、日本と米国とがこれを発展させたとうっている。また西ドイツでは、Richtlinien für die Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton というこの特殊減水剤を使ったコンクリート、すなわち Fließbeton についての配合設計および施工についての指針もできているようである⁴⁾。

* 社団法人プレストレストコンクリート技術協会会長、
日本コンサルタント(株)取締役社長、工博

軽量コンクリート

鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリート構造物が年々大型化するために高強度のコンクリートにするだけでなく、さらに軽量化して部材寸法を少しでも小さくしようとする傾向にある。コンクリートを軽量化するとしても強度の方も高強度を保たなければならないので、コンクリートとして高強度をうるために今の段階ではいきおい人工軽量骨材を使用することになる。戦後いち早く人工軽量骨材を開発実用化したのは英国であるが、その英国が年間数十万 m³ の使用量にすぎないのに、ソ連とか米国とかの使用量が年間 1000 万 m³ に達しており、西ドイツが数百万 m³ になっており、わが国ではピークは昭和 49 年で年間、1754000 m³ で、昭和 51 年が 1163000 m³ であるといわれている。世界で最初に人工軽量骨材を開発実用化しているのに、その後の使用量が少ないのは、コンクリートが今後高強度軽量の方向に向っているときに誠に情ないという英国の論文もある⁹⁾。

これからコンクリート構造物も大型化するに伴って省力化の立場からもプレキャストコンクリートが使われるようになるが、そうなるとプレキャスト部材の運搬、建て込み、取り付けなどのためにも軽量化が進み、今後ますます人工軽量骨材が多く使用されるようになるものと思われる⁹⁾。しかしまだまだ人工軽量骨材の使用割合は少なく、英国で全使用骨材量の約 2% にすぎず、わが国では大体 1% 程度にすぎないが、将来人工軽量骨材の使用は急速に伸びるものと思われる。

ポリマーコンクリートおよび繊維補強コンクリート

ポリマーコンクリートは Ben C. Gerwick 氏も言うように現在実験室段階であり、その価格の点でも非常に高価なものであり、すぐには実用化は難しいと思われるが、今から研究しておくべきテーマであり、将来ポリマーコンクリートに繊維をまぜた、いわゆる繊維補強ポリマーコンクリートといった段階で大きく伸びるのではなかろうか。

1975 年イタリアの Stresa で開かれた国際コンクリート製品会議、BIBM でも最初の working session で筆者もかつて訪ねたことのある、地元の Bergamo にある Italcementi の会社の方から、コンクリートに繊維を入れることによって、またコンクリートにモノマーを含浸させて重合させることによってのコンクリートの補強についての二つの技術に関する話題が提供されている⁷⁾。

表-1 は繊維を使用することによって、またポリマー含

表-1 繊維とポリマー含浸とがコンクリートの性質に及ぼす影響

諸 性 質	繊維入りコンクリートの場合	ポリマー含浸コンクリートの場合
圧縮強度		○ ○
不透水性		○ ○
耐久性	○	○ ○
鉄筋との付着		○
キャビテーションに対する抵抗		○
引張強度	*	○
曲げエネルギー	○ ○	○
衝撃強度	○ ○	
ひびわれ強度	○ ○	
疲労強度	○	

* 繊維の向きによる ○卓越している ○○十分に卓越している

浸によってコンクリートの性質がいかんかわるかを示したものであって、今後コンクリート製品に利用するためにさらに研究する必要のあることを強調している。

また繊維入りコンクリートについては、わが国でも各方面から関心が寄せられ、その実験研究や調査は広範囲に行われている⁹⁾。一部では試験的に各種構造物に利用されている。わが国でも名古屋工業大学の岸教授などは、ポリマー含浸と繊維混入とを一緒にした補強コンクリートの利点の将来性を高く評価しているようである⁹⁾。ただ価格の点が問題であって、英国の Cement and Concrete Association の C.D. Pomeroy 氏も繊維入りコンクリートとポリマーコンクリートとを 1 つの論文で、いろいろ言及されて最後に両者を一緒にした場合、非常にすぐれた品質のコンクリートがえられるが、価格が非常に高く、一般に使用されるのは稀なことであろうといっているがもっともなことである¹⁰⁾。コンクリート製品の場合、ポリマー含浸コンクリートを使用すると、そうでない普通のコンクリートを使った場合とを、コンクリートパネルを例にとりあげて、詳細に材料から設備まで価格を比較した米国の MIT の土木の先生の貴重な論文もある¹¹⁾。

繊維入りコンクリートにしても、ポリマー含浸コンクリートにしても、すぐには実用化できないにしてもやはり将来のために今から研究しておく必要はあろう。

コンクリート技術も年ごとに進歩して、コンクリートの強度もプレストレストコンクリートの発達と共に高強度になって来ている。戦前強度が 500 kg/cm² のコンクリートなどは特殊なコンクリートと考えられていたものが、プレストレストコンクリートの発達と共に 500 kg/cm² という強度は全く普通といった観念になった。またコンクリート製品工場では 1000 kg/cm² の高強度コンクリートを比較的容易に商業ベースに乗せられるような

時代になって来ている。また一方工事現場では、場所打ちコンクリートとして $700\sim 800\text{ kg/cm}^2$ の高強度の品質のコンクリートも維持できるようになって来ている。

プレストレストコンクリート構造物でせつかく高強度の PC 鋼材を利用しても、これに伴って高強度のコンクリートがえられなければ、PC 鋼材のせつかくの性能が発揮できないわけで、今後高強度コンクリートに向けてさらにその研究開発が進められてゆくものと思われる。

文 献

- 1) Ben C. Gerwick: "Current Trends in Concrete Sea Structures", PCI Journal, Sep-Oct., 1976, pp. 176~190
- 2) "A future for concrete offshore structures?", Concrete, Jan., 1977, pp. 21~23
- 3) "Quiet flows the concrete", Civil Engineer, March 1977, pp. 22~24; 53
- 4) Edgar Kern u. Hans-Jürgen Koch: "Anwendung von Fließbeton", Beton-und Stahlbetonbau, Dez., 1976, pp. 285~289
- 5) "Why not lightweight concrete?", Civil Engineering, March 1977, pp. 32~33
- 6) D.B. Horler: "Some advantages of lightweight aggregates", Precast Concrete, March, 1977, pp. 137~140
- 7) "Processing and curing", Precast Concrete, Oct., 1975, pp. 545~548
- 8) コンクリート工学, 1977年3月号, 繊維補強コンクリート特集
- 9) 大岸佐吉: "繊維補強コンクリート", セメントコンクリート, 1976年9月号, セメントコンクリートの未来特集, pp. 66~73
- 10) C.D. Pomeroy: "An assesment of the commercial prospects for fibre-and polymer-modified concretes", Magazine of Concrete Research, Sept., 1976, pp. 121~128
- 11) S.A. Frondistou-Yannas & G.L. Dietz: "Economic Feasibility of Polymer-Impregnated Concrete as a Building Material", PCI Journal, July/Aug. 1977, pp. 62~79

1977. 11. 24・受付

◀刊行物案内▶

PC 構造物設計図集発売について

当協会では、「PC 構造物設計図集」を本会編集、(株)技報堂発行の形で出版しておりますのでお知らせします。

本書は、本協会誌「プレストレスト コンクリート」の末尾に掲載致しておりました折込付図を、協会誌編集委員会の手により、PC の設計・施工にたずさわの方々のご使用に便利なように、土木編 (32編)・建築編 (28編)・その他 (4編) の三部門にわけ、それぞれに写真・説明等を入れ、わかりやすく編集したものです。皆様のお手元にぜひお備え下さいますよう、おすすめ申し上げます。

体 裁 : B4判 133 ページ 活版印刷

定 価 : 1500 円 会員特価 : 1200 円 (〒 200 円)

申 込 先 : 〒 102 東京都千代田区麴町1の10の15 紀の国やビル2階

社団法人 プレストレスト コンクリート技術協会

TEL (261) 9151 振替 東京 62774 番

会 員 増 加 に つ い て お 願 い

会員の数はその協会活動に反映するもので、増加すればそれだけ多くの便益が保証されています。現在の会員数は 2200 余名ですが、まだまだ開拓すべき分野が残されております。お知合いの方を一人でも余計ご紹介下さい。事務局へお申し出下されば入会申込書をすぐお送りいたします。