高強度コンクリートへの扉

(ナフタレン系)

(R₁=H_{スは}CH₃、R₂=CH₃) (代表的なポリカルボン酸塩系)

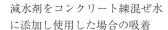
1970年代前半、当時の国鉄は、コンクリートの長大橋研究委員会を 組織し、高強度コンクリートの開発を行いました。関係する材料メーカー も開発に参加し、筆者は膨張材入りの高強度コンクリート(高強度ケミ カルプレストレス)の実験を行いました。

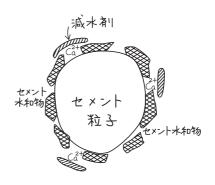
この時は減水剤にナフタレン系の高性能減水剤を使用しましたが、大きな減水率により蒸気養生下においてもすばらしい高強度コンクリートが得られ、あの独特な減水剤の臭いとともに強烈な印象が脳裏に焼き付いています。

ナフタレン系減水剤は世界で初めて服部健一博士が発明(特公昭 41 - 11737)し、プレストレストコンクリートパイルに実用化されました。 高強度コンクリートへの扉を開けた記念すべき減水剤であり、コンクリートの硬化遅延や空気連行性が少なく、セメントへの添加量も従来のリグニン系減水剤に比較して何倍も多く使用することが可能です。

やはり 1970 年代に、ドイツでメラミン系高性能減水剤(メラミンスルホン酸 Na ホルマリン縮合物)が流動化コンクリート用として実用化されました。日本では、この高性能減水剤は型枠面での気泡跡の発生が







あらかじめ練混ぜされたコンクリート に減水剤を後添加した場合の吸着

少ないことと、初期材令強度が高い利点を活かして、振動締固めによる コンクリート製品の製造に多く用いられました。

ナフタレン系減水剤やメラミン系減水剤は硬化遅延効果が小さいため、リグニン系減水剤の入ったベースコンクリートに流動化剤として後添加しても凝結時間が遅くなることがなく使いやすい減水剤です。ただし、流動化後のスランプロスは大きいので、他の減水剤(高分子リグニンスルホン酸塩、オキシカルボン酸塩)との混合タイプの流動化剤も実用化されました。

減水剤を後添加するコンクリートの特徴としては、同じ減水率を得るための減水剤の添加率が、コンクリートの練混ぜ時に添加する場合に必要とされる減水剤の添加率と比較して、少なくすむ点です。これは、注水後ある程度時間が経過したセメントに減水剤を添加しても、セメントの表面は既にセメント初期水和物で覆われていて裸のカルシウムアルミネート系鉱物が無くなり、吸着される減水剤の量が減るためと思われます。

次に大きな減水剤技術の動きは、1988年から建設省による総合技術 開発プロジェクト「鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術 の開発」(New RC 総プロ)が実施されたことによります。この中で、

高強度コンクリートへの扉

高強度の建築用高スランプコンクリートを得るために高性能 AE 減水剤の開発が大きく進み、減水剤技術の研究対象はナフタレン系からスランプロスの少ないポリカルボン酸系に移り、世界に先駆けて日本のメーカーによりポリカルボン酸塩系の高性能 AE 減水剤が実用化されました。

ポリカルボン酸塩系高性能減水剤が、ナフタレン系高性能減水剤に比べてスランプの経時変化が少ない理由は、ポリカルボン酸塩系の化学構造にあり、- COOH 基による吸着とエチレンオキシド $(-CH_2CH_2O-)$ の立体障害による分散と考えられています $^{1)}$ 。

高性能 AE 減水剤は、JIS A 6204(コンクリート用化学混和剤)にも 採り入れられ、表に示すように減水率は 18%以上と規定されています。

AE 減水剤は10%

以上の減水率と規 定されていますが、 一般には12%程度 のものが販売され ています。

生コンクリート 分野では、近年、 細骨材、粗骨材と もに砕石が多く使 われるようになり ました。砕石、砕

砂を使用したコンクリートは川砂利、川砂を使用した場合に比べて、同一スランプを得るために AE 減水剤の減水率も 12%以上の高いものが要求されます。通常、高性能 AE 減

表1 化学混和剤の種類

化学混和剤の	性能による区分	減水率 %
AE剤	_	6 以上
高性能減水剤	_	12 以上
硬化促進剤	_	_
減水剤	標準形	4 以上
	遅延形	4 以上
	促進形	4 以上
AE減水剤	標準形	10 以上
	遅延形	10 以上
	促進形	8 以上
高性能AE減水剤	標準形	18 以上
	遅延形	18 以上
流動化剤	標準形	_
	遅延形	_

表2 化学混和剤の塩化物イオン (CI)量による区分

単位 kg/m³

種類	塩化物イオン(Cl ⁻)量
I 種	0.02以下
Ⅱ種	0.02を超え 0.20以下
Ⅲ種	0.20を超え 0.60以下

水剤は材料価格が高いため、一般のコンクリート全てに使用するには生コンコストに影響が大です。この対策として、減水率が16%程度のAE減水剤を低コストで製造し販売したところ、評判が良く、瞬く間に広がりました。この減水剤は、一般的には多機能型AE減水剤として扱われています。

その後、ポリカルボン酸塩系高性能減水剤は世界中で開発が進みました。多種類の分子構造を持ったものが合成され、スランプロスの少ないもの、スランプが経時変化とともに増大するもの、凝結時間の遅れのないものなど、多くの特長を有するものが開発されました。消泡剤と AE剤による空気量の調整とともに、現在、コンクリート用化学混和剤メーカーはコンクリートの要求性能に応じて高性能減水剤及び高性能 AE減水剤を調整出来るようになっています。

ポリカルボン酸塩系高性能 AE 減水剤に残されている技術的な問題は、次の二つの原因による減水性の低下あるいはスランプロスでしょう。

- (1) 結合材(セメント等) に対する添加率が少なく、また、-COOH 基による吸着のためか結合材中のカルシウムアルミネート 系鉱物及び石膏など硫酸根の影響を受けやすい。
- (2) 骨材、特に細骨材中の微粉分に含まれるある種の粘土鉱物に吸着されてしまう²⁾。

今後、コンクリートを構成する各材料の品質変動や使用条件の変化に 鈍感な、誰にでも使いやすい高性能 AE 減水剤の出現が待たれます。

参考文献

- 1) 安藤哲也著:新世代コンクリート、セメントジャーナル社、pp.22 26 (1995)
- 2) 新大軌、坂井悦郎、大門正機: Cement Science and Concrete Technology、No.58, pp.387-392 (2004)