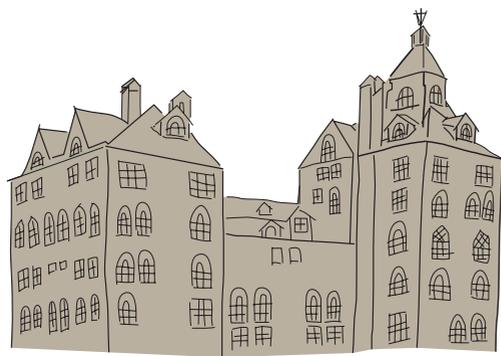


収縮低減剤は なぜ効くのか



「ワー
鉄筋コンクリート
打ち放し仕上げだ」



米国ペンシルベニア州 マーサー博物館（1916年）

2007年11月4日付け朝日新聞 be on Sunday の「奇想遺産」の記事には驚かされました。米国のマーサー博物館という1916年に完成した7層の「鉄筋コンクリート打ち放し仕上げ」によるコンクリート城の紹介です。

造ったのはヘンリー・C・マーサーで、日常生活品を収集し、マーサー博物館として開設しており、なんと、それ以前に（1912年）自宅も「鉄筋コンクリート打ち放し仕上げ」で造っているとのこと。紹介写真によれば窓枠もコンクリートで作られており、素晴らしい建物で90年経過しても博物館としてひととき異彩を放っています。

写真を見ていて、ふと気になったのは乾燥収縮ひび割れ、あるいはコンクリートの打ち継ぎ部分の状態がどうなっているかです。コンクリート技術者としては、更はこのコンクリート城を調べてみたい意欲にから

れます。



コンクリートの収縮ひび割れは、温度変化による収縮を除けばセメント硬化体からの乾燥収縮、及び水セメント比が小さい場合の硬化収縮が原因となります。これらのひび割れ防止のため、コンクリートの乾燥収縮を低減させようと各種の無機系鉱物を混和材として添加して実験しましたが、10%程度の収縮低減は可能だったものの、なかなかそれ以上は困難でした。25年程前に、日本セメントと三洋化成により、有機系の収縮低減剤が発表されたときは、その新しい取り組みに感心しました。

収縮低減剤も界面活性剤の一種ですが、AE剤や減水剤に比較して10倍以上の有効成分を使用することにより、コンクリートの乾燥収縮率が30%も低下しています。

セメント量に対する有効成分の添加率を2～4%にして各種の界面活性剤を試験すると、多くのノニオン系界面活性剤に乾燥収縮低減の効果が現れました。様々な種類の界面活性剤は、水の表面張力低下能力は同じようなものでも、乾燥収縮低減効果は異なるものが大多数です。現在、市場で普及している収縮低減剤は、多くの界面活性剤の中から製造コストが比較的安価で、セメントの水和に悪影響が無く、乾燥収縮低減効果の大きいものが選ばれています¹⁾。



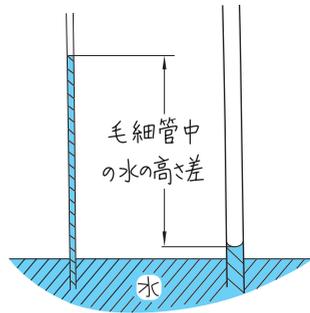
セメント硬化体を乾燥収縮させる力とは、どのようなものなのでしょうか。

セメント硬化体中には毛細管空隙とさらに細かいゲル空隙があり、乾燥前にはそれらの空隙の中に水が存在しています。一般的には水が毛細管から蒸発する時には、この水は毛細管壁を接近させようとする（毛細管径を細くさせようとする？）引張力を発生させます。この引張力は、水が毛細管壁に吸着しそれを濡らす性質と、水の表面張力から成っており、毛細管が非常に狭いときには、水を毛細管の中で高く上昇させる場

収縮低減剤はなぜ効くのか

合の力と同じものです²⁾。(図参照)

収縮低減剤により乾燥収縮が低減される機構については、表面張力の低下と言われているようですが、使用量を増加した場合、表面張力はそれ以上変化しないのに、収縮低減効果が増大することなど表面張力だけでは説明出来ない事象が現れています³⁾。



収縮低減剤はセメント量に対し2%添加すると、 $W / C = 50\%$ では、水に対して4%であり、セメント水和に水の半分が消費されるとすると、収縮低減剤はセメント硬化体の毛細管中空隙に残った水に対して8%濃度となり、非常に濃い収縮低減剤溶液の挙動を考えなければならないでしょう。

尿素が収縮低減に効果があるとの発表もあります。

収縮低減剤を混和したコンクリートは、乾燥雰囲気下に置かれると無添加のコンクリートと同様の質量減少率（水の逸散）となりますが、尿素を混和したコンクリートは質量減少率が小さくなっており（練混ぜ水が減少しているためか）⁴⁾、収縮低減剤と尿素の収縮低減機構は異なるようです。

一方、収縮低減剤を混和したコンクリートの凍結融解抵抗性が劣るとの報告があります。その理由については、凍結時、収縮低減剤の混和により、未凍結水を移動させる駆動力が増大するとの報文がありますが³⁾、AE剤使用コンクリートの気泡間隔係数への収縮低減剤混和による影響も詳細に調べる必要があります。また、生コンクリートプラントでは、収縮低減剤の使用により、洗浄水に泡が発生するケースもあるようです。



日本建築学会では、2006年に「鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針（案）：同解説」を示し、乾燥収縮ひずみ

800×10^{-6} 以下を満足するコンクリートを要求しています。これらの動きに対し、収縮低減剤はコンクリート用混和剤として重要な役割を果たすと考えられますが、その作用機構等、更に研究開発が必要です。

また、収縮低減剤とポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を一液化した収縮低減型高性能 AE 減水剤も報告され、乾燥収縮の低減率が 8 ~ 9% とのデータが得られています⁵⁾。

材料メーカーが中心となり、収縮低減剤の品質基準案の作成に向けて検討中ですが、その位置付けはどうなるのでしょうか。

コンクリート用化学混和剤も複雑になりすぎないように頭の整理が必要です。

参考文献

- 1) 安藤哲也、松本雅夫、高野義教、秋本新一：特公平 1-53214 (1989)
- 2) W. チェルニン著：建設技術者のためのセメント・コンクリート化学、技報堂出版、pp.96-100(1969)
- 3) 西祐宜、名和豊春：コンクリート工学年次論文集、Vol.29, No.1, pp1173-1178 (2007)
- 4) 河井徹、阪田憲次：コンクリート工学年次論文集、Vol.29, No.1, pp639-644 (2007)
- 5) 稲垣順次、木之下光男、斎藤和秀、井上和政：第 61 回セメント技術大会講演要旨、pp.122-123 (2007)