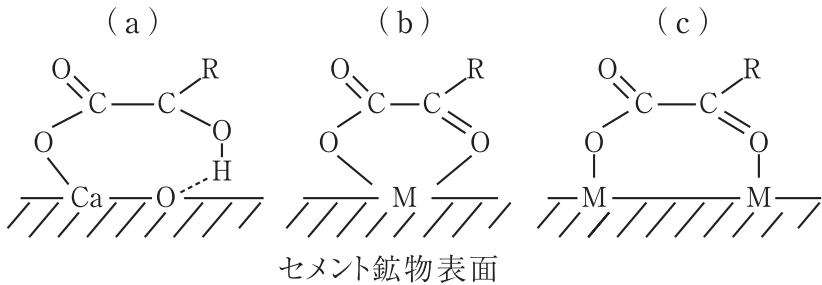


凝結遅延剤と 水和熱抑制剤



有機混和剤のセメント表面への可能な吸着機構³⁾

急硬性セメントの凝結時間を調整するために、無機系、有機系の多くの薬剤を実験に用いました。その結果、セメントの凝結遅延剤としては、グルコン酸、クエン酸、酒石酸、リンゴ酸などのオキシカルボン酸が使いやすいものとして浮かび上がりました。

これらの物質は分子構造に共通点があります。みんな、水酸基（-OH）とカルボキシル基（-COOH）を所有しており、これによりセメントと結びついてセメントの水和を遅延させていると思われます。

同じような構成元素であっても、-COOHや-OHの数及び結合状態が少しでも異なれば遅延剤としての凝結遅延の強さは大きく異なり、大変興味深いものです。ポルトランドセメントに対する遅延剤としての強さは、グルコン酸>酒石酸≧クエン酸>リンゴ酸の順になります¹⁾。

オキシカルボン酸がセメントの水和を遅延させる機構について、日本大学の笠井順一先生はカルシウム錯塩の安定度により論じ、カルシウム

イオンをキレート化してイオン封鎖する可能性を示しました²⁾。練混ぜ水中に溶け出したカルシウムイオンにオキシカルボン酸が強固に結びつき、セメント水和物の生成を遅らせるという考え方です。

その後、開発されたポリカルボン酸塩系減水剤のセメントへの吸着機構を考えると、一般的には、オキシカルボン酸もイリノイ大学ヤング教授が示した図のように吸着して、セメントの水和を遅延させていると思われる³⁾。

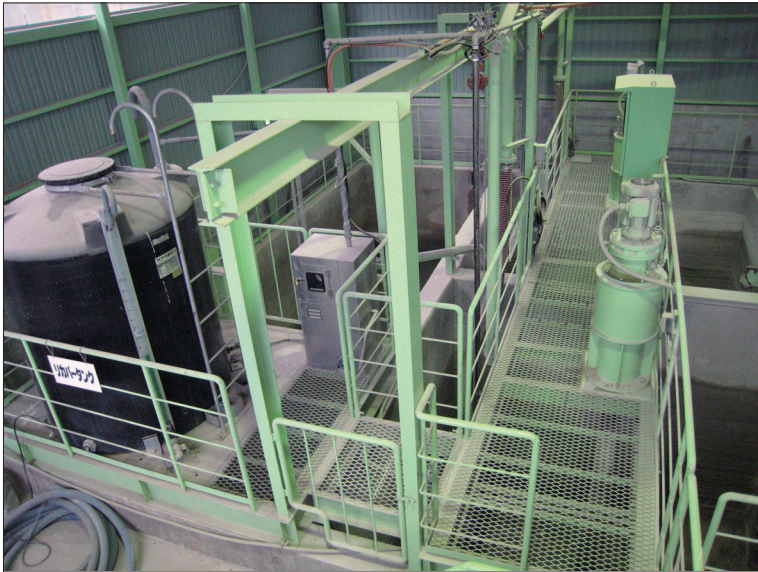
セメントへ遅延剤が吸着し、時間の経過とともに遅延剤が消えていく有様を実際に測定しようと、遅延剤入りのセメントペーストを数十分毎に脱水乾燥し、セメント表面にある遅延剤(有機物)をFT-IR分析(フーリエ変換赤外分光分析)で解析したことがあります。面白そうな結果が出始めましたが業務の都合で中断してしまったのが残念です。

実際のセメントへの遅延剤の吸着は、セメント中の C_3A との吸着に影響を受け、特に石膏からの SO_4^{2-} イオンの吸着を考慮しなければならないことが、1976年にマーチンマリエッタ研究所のスカルニー博士らによって提議されています⁴⁾。このことは、現在のポリカルボン酸塩系高性能AE減水剤を添加したコンクリートの流動性、凝結が結合材(セメント)に含まれる SO_4^{2-} イオン等の影響を大きく受けることを示唆しています。

現在、遅延剤が使われている用途には大きく次のものがあります。

- (1) スランプロス抑制のための減水剤 (AE減水剤遅延形)
- (2) 生コンクリート等の洗浄スラッジ水の有効利用 (水中でのセメント水和遅延)
- (3) コンクリート打継ぎ部の凝結遅延コンクリート

凝結遅延剤として、無機系のケイフッ化物も販売されていましたが、今後、無機系イオンとオキシカルボン酸の組合せにより新しい性能を持つ遅延剤が生まれるかも知れません。



生コンクリート工場での洗浄スラッジ水の有効利用のための設備（スラッジ水槽）。左側のリカバータンクが遅延剤のタンク

凝結遅延剤に似て異なるものにセメントの水和熱抑制剤があります。

マスコンクリートの熱ひび割れ低減用に、筆者らはデキストリンを加工した水和熱抑制剤を発明しました⁵⁾。凝結遅延剤では、遅延後に水合が開始するとセメントの反応は速やかに進み、水和発熱を抑えることは出来ません。そこで、水和開始後も緩やかに水合反応が進むような薬剤を作りました⁶⁾。1,000回程のモルタル実験を実施して実用化に漕ぎ着け、コンクリート膨張材と併用する水和熱抑制型の膨張材を製造しました⁷⁾。現在、大型コンクリート構造物の熱ひび割れ抑制に大きな役割を果たしています。

参考文献

- 1) 安藤哲也著：生きているコンクリート－混和剤の四季－、セメントジャーナル社、pp.53-55（1992）

コンクリート+ 1

- 2) 笠井順一：窯業協会セメント部会、セメント基礎化学討論会資料、第2回セメントの水和の問題、pp.57-65 (1972)
- 3) J.F.Young：CEMENT and CONCRETE RESEARCH. Vol.2, pp.415-433(1972)
- 4) M.E.Tadros, Jan Skalny, W.A.Klemn：CEMENT and CONCRETE RESEARCH. Vol.6, pp.591-594(1976)
- 5) 特公昭 56 - 28859
- 6) 安藤哲也：生きているコンクリート－混和剤の四季－、セメントジャーナル社、pp.56-59 (1992)
- 7) 安藤、五味、宇田川、玉木：第3回コンクリート工学年次講演会講演論文集、pp.1-4 (1981)