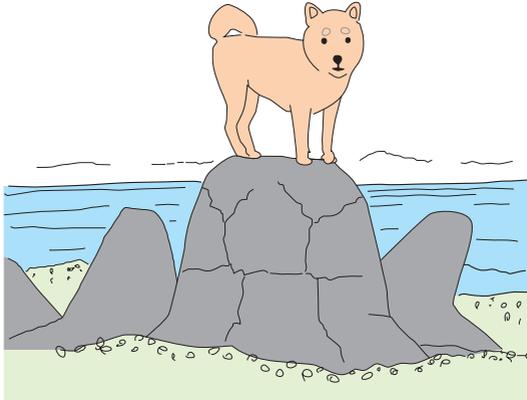


アルカリ骨材反応 抑制剤の働き



以前、海岸を犬と散歩していると、大きなひび割れの入った古い消波ブロックによく出会いました。ひび割れの状態からは、明らかにアルカリ骨材反応による膨張ひび割れと見られました。恐らく、昭和 61 年の建設省通達「コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策について」以前に製造された古い消波ブロックでしょう。

いずれは冬期の日本海の荒波に揉まれ、海中に没してしまう運命ですから、ひび割れもあまり問題となりませんが、地上のコンクリート構造物においてはアルカリ骨材反応は大問題です。

平成 14 年 8 月 1 日改定の国土交通省通達「アルカリ骨材反応抑制対策について」では、アルカリ骨材反応抑制対策として、

- ①コンクリート中のアルカリ総量の抑制（アルカリ総量を Na_2O 換算で $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ 以下にする）
- ②抑制効果のある混合セメント等の使用〔高炉セメント（B 種又は C

種)あるいはフライアッシュセメント (B種又はC種) もしくは抑制効果の確認された混和材]

- ③安全と認められる骨材の使用 (JIS A 1145 化学法または JIS A 1146 モルタルバー法による骨材のアルカリシリカ反応性試験の結果で「無害」と確認された骨材の使用)

のいずれかを講じることを義務づけています。更に、土木構造物については、①、②を優先することとしています。

海岸のコンクリート構造物の場合は、塩分 (NaCl) が外部からコンクリートに侵入することも考えられるので、型枠脱型時期が遅くなっても、高炉セメントあるいはフライアッシュセメントの使用がアルカリ骨材反応抑制には一番適しているでしょう。



高炉スラグ粉末やフライアッシュは、なぜアルカリ骨材反応の抑制に効果があるのでしょうか。

アルカリ骨材反応は、コンクリートの細孔溶液中の水酸化アルカリと反応性骨材に含まれる活性シリカとの化学反応により起こる現象で、生成した $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$ ゲルや $\text{K}_2\text{O-SiO}_2$ ゲルが吸水膨潤し、コンクリートを膨張ひび割れさせるといわれています。

Chatterji によれば、セメントの水和過程で生成する Ca(OH)_2 は Na^+ 、 OH^- 、 H_2O の骨材への浸透を早めてアルカリ骨材反応を起こすので、高炉スラグ粉末あるいはフライアッシュを添加することにより Ca(OH)_2 と反応させ、セメントペースト中の Ca(OH)_2 が減少すればアルカリ骨材反応が抑制される説明されています¹⁾。

また、フライアッシュの混和ではコンクリート細孔溶液中の OH^- イオン濃度が低下すること、高炉スラグ粉末の混和ではコンクリート中のアルカリイオンや水の移動度が低下することにより、アルカリ骨材反応が抑制されるといわれています²⁾。



<アルカリ骨材反応>



化学混和剤によるアルカリ骨材反応の抑制対策は、1951年 McCoy らにより、リチウム系混和剤が有効であることが発表されています。その後、日本でも LiNO_2 水溶液をセメントに添加することにより、Li イオンが SiO_2 と Na との反応に関与し、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ の生成を阻害していることが報告されました³⁾。水酸化リチウムの影響について研究した報告では、リチウム化合物を添加すると速やかに $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$ ゲルが生成し、この $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$ ゲルはあまり吸水膨潤性を持たないことが示されています⁴⁾。

最近の研究では、プロピオン酸カルシウム $[(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})_2\text{Ca}]$ をセメントに対し 1.8% 添加するとアルカリ骨材反応が抑制できるとの報告があります⁵⁾。プロピオン酸カルシウムは、モルタル硬化体の pH を低下させる影響があるようですが、アルカリ骨材反応抑制の機構解明については今後の研究に待つこととなります。

現在、亜硝酸リチウム (LiNO_2) はアルカリ骨材反応の始まったコンクリートへ高圧注入することにより、アルカリ骨材反応を抑制する補修工法に使用されています。今後も、新しい薬剤や工法がアルカリ骨材反応抑制対策として開発されることが期待されています。

また、亜硝酸リチウムは、鉄筋の防錆剤としても多く使用され、鉄筋に塗布したり補修モルタルに混和して防錆モルタルとして用いられています。

参考文献

- 1) 中部セメントコンクリート研究会編：コンクリート構造物のアルカリ骨材反応、理工学社発行、pp.57-61 (1990)
- 2) 川村満紀、S. チャタジー：コンクリートの材料科学、森北出版、pp.185-189 (2002)
- 3) 高倉誠、坂口由里子、友澤史紀、阿部道彦：コンクリート工学年次論文報告集、Vol.10、No2、pp.761-766 (1988)
- 4) 二村誠二：コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15、No.1、pp.935-940 (1993)
- 5) 岩月栄治、森野奎二、多賀玄治：第 61 回セメント技術大会講演要旨、pp.278-279 (2007)