

中国電力株式会社技術研究所 正会員 藤 木 洋 一

1 まえがき

昭和44年10月、某建設工事において、リグニン系減水遅延剤（以下L.S.C.とよぶ）を添加したコンクリート約60³が打込み後翌々日にいたるも硬化しない現象が発生した。

この事故の原因調査を通じて、L.S.C.を添加したコンクリートの硬化不良現象がたんにL.S.C.の多量添加ばかりではなく、そのほかの原因によっても発生する可能性のあることがわかった。

今回の事故当時使用したセメントは、J.I.S規格による物理試験では全く異状は認められなかった。また化学成分でもSO₃を除いて異状は認められなかった。ただSO₃含有量は1.2%でこのセメントのSO₃平均値1.7%にくらべて非常に低い値であった。

SO₃含有量のすくないセメントにL.S.C.を添加するといちぢるしく凝結が遅延する可能性のあることをTuthill^①、Bauset^②が報告している。今回の事故もこの現象による可能性が大きいと思われるので、同現象を究明するために市販ポルトランドおよびSO₃含有量を変化させた試作セメントについて、L.S.C.添加量とコンクリートの凝結硬化速度との関係を求めた。

実験の結果、おもにL.S.C.の添加量がメーカーの指定する標準量であれば、市販ポルトランドセメントの銘柄、SO₃含有量のいかにかわらず異状凝結遅延現象は生じなかったが、L.S.C.の添加量が標準量をこえると、L.S.C.を多量に過剰添加しなくても異状凝結遅延現象をおこすセメントが認められた。異状凝結遅延現象をおこすL.S.C.添加量はセメントの性質によって変わり、市販のポルトランドセメントでも標準量の2倍以上でいちぢるしく凝結が遅延するセメントが存在した。試作セメントを用いた実験結果では、セメントに含まれるSO₃の量と関連があることがあきらかになり、今回の実験に用いたセメントにおいてはSO₃含有量が1.2%程度で、L.S.C.添加量が標準量をこえると異状凝結遅延現象が認められた。

これらの実験結果を要約すると、L.S.C.を多量に過剰添加しなくてもセメントの性質によっては異状凝結遅延現象がおこり得ることがわかった。

以下実験の概要について述べる。

2 実験方法

① 配 合

実験の対象としたコンクリートは、骨材最大寸法25^{mm}、水セメント比50%、細骨材率42%、単位セメント量300^{kg}の配合で、実際にはこの配合からあらかじめ粗骨材を取り除いたモルタルとして実験に用いた。

② 凝結硬化速度の測定方法

凝結硬化速度の測定は、A.S.T.M.C403 Tに準拠してブロッカー貫入抵抗試験機を用い、貫入抵抗値が500 PSIに達したときを始発、4000 PSIに達したときを終結とした。今回の測定は

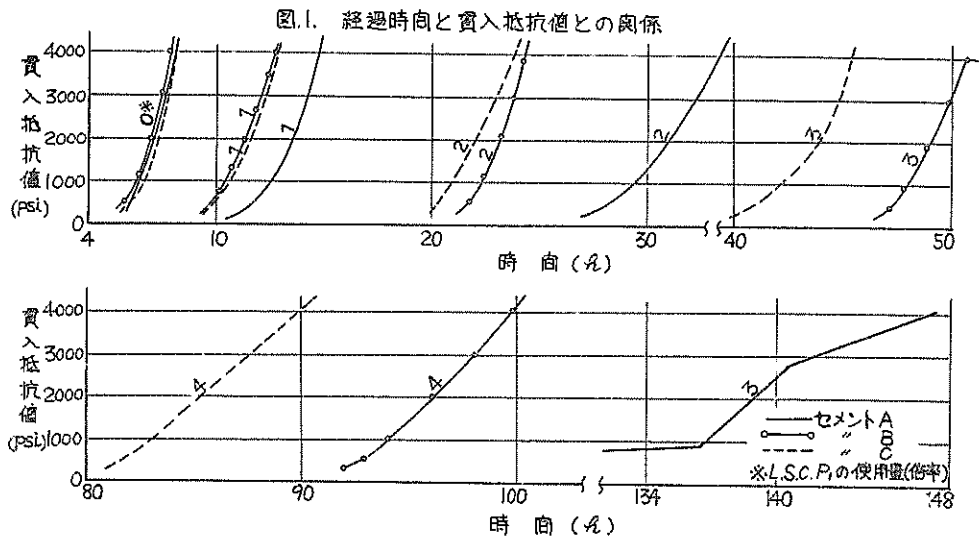
貫入抵抗値が 4000 PSI に達するまで行なうことを原則としたが、96 時間以上経過しても 4000 PSI に達しない場合は、測定を中止または測定を行なってあっても本文では終結時間を明示せず、中止の場合を含めて不硬として処理してある。

③ 供試体の成型

凝結硬化速度の試験に用いた供試体の寸法は、 $15 \times 15 \times 25 \text{ cm}$ で、コンフリーの締固めは突棒で行なったが、これらの作業は温度 $20 \pm 1^\circ \text{C}$ 、湿度 70~75% の恒温室で行ない、供試体は測定が終了するまで恒温室に存置した。

3. 市販普通ポルトランドセメントを用いたコンフリーの凝結硬化速度

図1.に注水後の経過時間と貫入抵抗値との関係を示した。



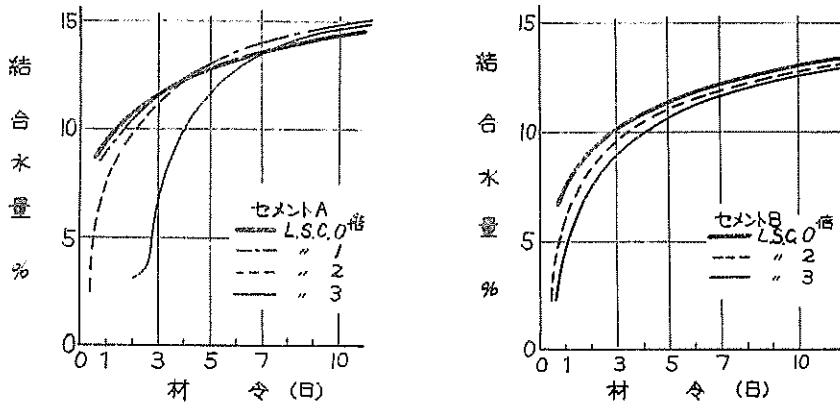
この図が示すように、L.S.C.を用いない場合は銘柄による差はほとんどないが、L.S.C.を用いると銘柄による差があらわれてくる。この傾向はL.S.C.の添加量が増すにつれていちぢるしくなる。

たとえば、セメントB、CではL.S.C.を標準量の4倍量を用いても、96時間以内に終結しているにもかかわらずセメントAでは3倍量でも硬化していない。これらの普通セメントの SO_3 含有量はAが1.5%、Bが2.4%、Cが1.7%であるが、それぞれのセメントによって化学成分も異なるので直接 SO_3 含有量とむすびつけて検討を行なうことはできないが、同じ普通セメントでもメーカーによってL.S.C.との反応には差のあることがわかる。とくにセメントAは潜在的に異状凝結遅延現象を起す可能性をもっているといえる。

さらにL.S.C.を添加したセメントペーストの水和反応の状況を知るために結合水量を測定した。

図2.にセメントA、Bについて測定した結果を示した。この図からL.S.C.を添加するとセメントの水和反応は一時的に阻害されることがわかる。またセメントBよりもセメントAの方が同じ添加量であっても阻害される時間は長い。これらの傾向はすでに述べたプロクター貫入抵抗試験の結果とよく一致している。またこの阻害される期間をすぎると結合水量は急速に増加して材令10日ではL.S.C.添加量のいかにかわらずL.S.C.を添加しないセメントペーストの結合水量と等しくなる。

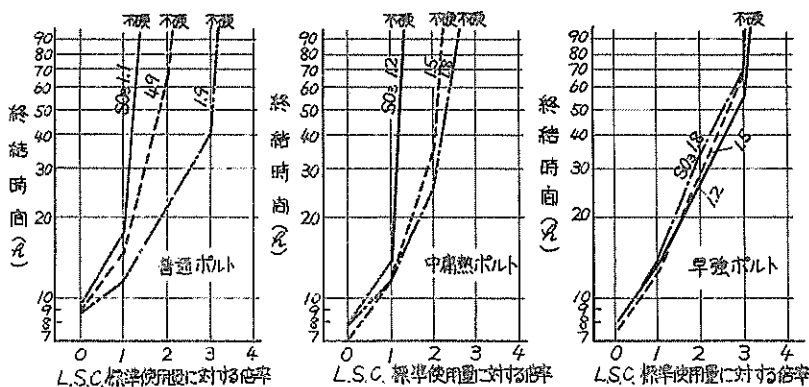
図2. L.S.C.を添加したセメントペーストの結合水量



4. 試作セメントを用いたコンクリートの凝結硬化速度

図3.にセメントの種類と SO_3 含有量別に L.S.C. 添加量と終結時間との関係を示した。なお試料としたセメントは、図1.のA社のクリンカーを母材として試作したものである。

図3. L.S.C.添加量と終結時間との関係



この図が示すように普通、中熱セメントを用いた場合は、 SO_3 含有量のすくないものは終結時間は遅れ、その傾向はL.S.C.添加量がますますいぢるしく、 SO_3 含有量の影響の大きいことがわかる。早強セメントの場合は、普通、中熱セメントの場合と異なり、 SO_3 含有量の影響はあきらかではない。またセメントの種類を比較すると、L.S.C.添加による凝結遅延は中熱セメントを用いた場合におこりやすく次いで普通セメントの順になっていて、早強セメントの場合が一番安定している。すなわちL.S.C.添加量の影響は SO_3 含有量だけでなくセメントの化学成分によっても変わることを示している。

5. 参考文献

- ① L. H. Tutchill Pro A.C.I. 57 1961
- ② R. J. Bauset 第5回国際セメント化学シンポジウム 1968 N-51