

콘크리트의 알카리骨材反應 對策

小 林 茂 敏

〈建設省土木研究所콘크리트研究室長〉

崔 在 眞 譯

〈漢陽大土木工學科博士過程〉

1. 序 言

금번 JISA 5308(레디믹스 콘크리트)의 改正에서는 알카리骨材反應에 의한 콘크리트의 早期劣化에 대한 대책이 처음으로 표시되었다. 여기서는 대책을 마련하기에 이르른 경위와 대책의 내용 및 알카리 骨材反應에 관한 시험방법 등에 대하여 소개한다.

2. 알카리骨材反應에 관한 과거의 經緯

소위 알카리 骨材反應에는 알카리실리카反應, 알카리실리케이트反應, 알카리炭酸鹽反應 등이 있으며 일본에서 현재 문제가 되고 있는 것은 알카리실리카反應(ASR)이다.

알카리骨材反應이 최초로 발견된 것은 미국으로 1930년대의 일이었다. 건설후 얼마 되지 않은 콘크리트 構造物에 그때까지 볼 수 없었던 異常한 龜裂이 발견되었다. 최초의 발견시에는 초기 일본의 경우와 같이 원인을 알 수 없는 劣化로서 각종 다른 원인이 우선 생각되어 검토되었지만 어느것도 정확히 들어맞지 않았고 1940년에야 비로서 Stanton이 처음으로 골재와 알카리의 반응이라는 것을 지적하였다. 이때의 골재는 차트(chert)와 頁岩이었다고 한다.

그후 미국에서는 몇개의 構造物에서 같은 劣化가 확인되어 1941년에는 開拓局에 의해 처음으로 대책이 나왔다. 이에 연이어 시험방법과 대책등 각종 시행착오가 반복되어 ASTM C289의 소위 化學法과 ASTM C227의 모르타바-法이 확립되었다.

한편 미국에서의 ASR 발견후 캐나다와 유럽 몇개국가, 아프리카와 인도 등에서도 ASR문제가 보고되었다.

일본에서는 1950년에 미국의 문헌이 소개되었고 1951년에 山形縣에서의 조사에서 2개 構造物이 ASR의 의문이 높은 것으로 보고되었다. 이때의 골재는 주로 頁岩이었다고 한다. 이 보고후 일본의 많은 골재가 化學法으로 시험되었지만 反應性을 가지는 것은 극히 제한된 것 뿐이었다고 보고되었다. 그 뒤로 일본에서는 ASR이 거의 없다는 생각이 널리 퍼지게 되었던 것 같다. 그리고 1965년 鳥取縣에서 被害例가 있다는 一例만이 공표되었다. 그후 1982년 阪神地區에서의 損傷事例의 발견까지 ASR은 일본에서 거의 주목받은 일이 없었다고 말할 수 있다.

일본에서 최근들어 이 문제가 발생한 원인에 대해서는 다음과 같은 배경이 있다는 견해도 있지만 그 因果關係가 반드시 분명하지는 않다.

① 骨材資源이 고갈되어 하천자갈, 하천모래로부터 육지의 자갈, 부순돌, 바순모래 등의 사용으로 바뀌어 골재의 특성이 변화된 동시에 岩種이 다양화되었다.

② 시멘트 生産過程의 合理化 등에 의해 시멘트 중의 알칼리량이 증가되었다.

③ 콘크리트의 急速機械化施工의 보급에 따라 콘크리트의 單位시멘트량이 증대되었다.

그러나 조사를 하여보면 반드시 최근 만들어진 構造物에만 ASR이 발생하고 있는 것은 아니기 때문에 ASR은 일본에도 있었다는 의식이 높아짐과 아울러 본격적인 조사가 실시된 점이 최근 ASR에 의한 劣化構造物이 많게 된 최대의 이유라고 필자는 생각한다.

3. 알칼리骨材反應에 관한 規格制定까지의 經緯

콘크리트構造物은 이제 국민생활과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 ASR에 의한 콘크리트의 早期劣化問題에 대해서 조속히 對應策을 강구할 필요가 있다는 점에 대해서는 레미콘의 사용측을 대표하는 建設省도, 레미콘을 관리하는 쪽의 通商産業省도 같이 공감해 왔다.

그러나 일본에서는 前述한 바와 같이 ASR이 존재하지 않는 것으로 생각되고 있었기 때문에 規格의 기본이 되는 학술적인 規準類는 土木學會에도, 日本建築學會에도 규정되어 있지 않아서 JIS A 5308 改正原案作成委員會의 발족당시는 어떠한 규격을 만들면 좋겠는가에 대하여 고심한 감이 있다. 단, 土木學會「콘크리트標準示方書」, 日本建築學會「JASS 5」는 모두 改正作業中이며 日本콘크리트工學協會에서는 알칼리骨材反應에 대한 研究委員會가 활동중이고 또한 建設省도 콘크리트의 耐久性 向上技術에 관한 연구 프로젝트를 만들어 연구중에 있었기 때문에 JIS A 5308의 1986년 10월 발행을 목표로 한 개정작업중에는 이들 중에서 어떤 근거를 얻을 수 있었다는 기대감도 있었다.

그러나 原案作成의 時限이 되어도 알칼리骨

材反應에 대한 試驗方法과 抑制對策으로 구체적 인 내용이 정해진 것은 1986년 6월 2월에 발표된 建設省의 「콘크리트의 알칼리骨材反應 暫定對策(建設省技調發第287號)」뿐이었다. 그래서 JIS A 5308의 개정에는 이 暫定對策의 방침이 전면적으로 도입하게 되었다.

필자들은 또 建設省暫定對策의 작성에도 관계하였기 때문에 對策方法을 도입한 이유와 경위에 대해서는 이 建設省暫定對策作成에 있어서 고려했던 것으로 설명하겠다.

4. ASR 對策의 내용

4-1. 안전한 것으로 확인된 骨材의 사용

ASR의 대책으로서 가장 상식적으로 생각할 수 있는 것은 골재의 알칼리실리카反應性 시험의 결과 無害하다고 확인된 골재를 사용하는 것이다.

그래서 레미콘용 골재의 규격을 나타낸 附屬書 1에 골재는 알칼리실리카反應性試驗에서 無害하여야 한다고 규정하였다.

골재의 알칼리실리카反應性의 試驗法에 대해서는 국내외에서 몇가지 방법이 채택되었다. 이들은 각각 특징을 가지고 있지만 여기서는 지금까지의 實情과 信賴性을 기초로 建設省 暫定對

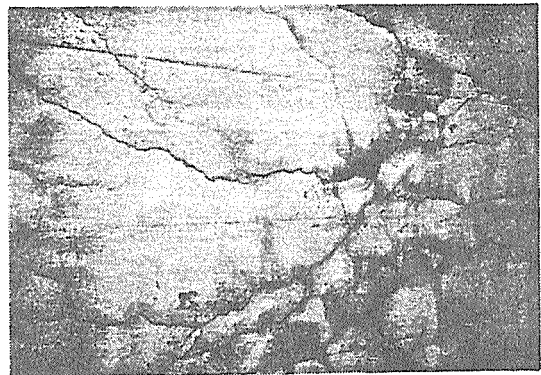
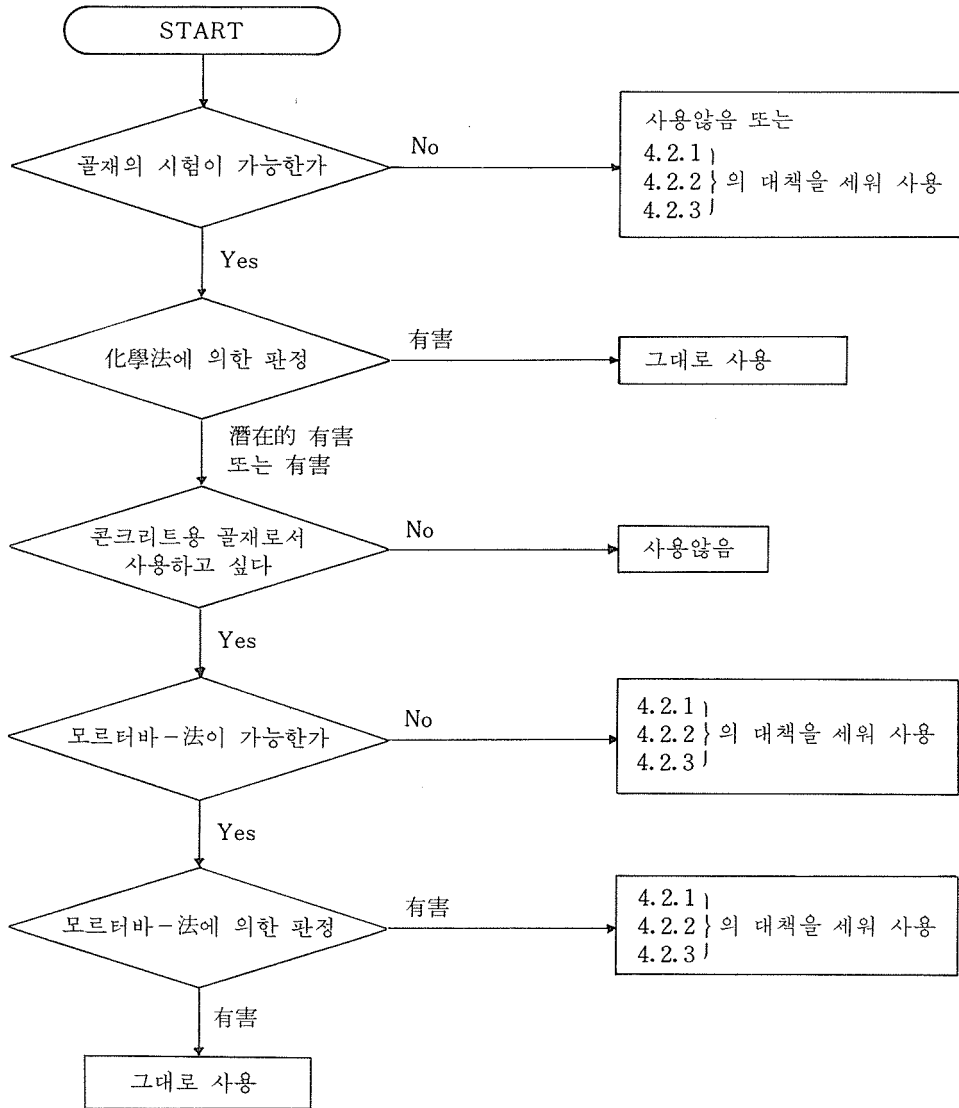


사진 1. 알칼리骨材反應에 의한 콘크리트의 龜裂

그림 1. 골재의 反應性試驗과 對策方法의 一例



策에 따라 ASTM(美國試驗材料學會)의 化學法과 모르터바-法에 준한 방법을 사용하는 것으로 하였다.

化學法의 내용을 後述하겠지만 그 장점은 早期에 결과가 나타나는 점이다. 그러나 지금까지의 시험에서 化學法을 실시한 경우 일본의 골재에 대해서는 상당히 安全側의 判定을 나타내는 것 같다. 그래서 化學法으로 無害하다고 判定된

것은 우선 그대로 사용하여도 좋지만 有害 또는 潜在的有害로 나타난 것도 실용적으로 문제가 없는 경우가 있을 수 있다.

이에 반해 모르터바-法은 化學法과 비교하여 보다 콘크리트에 가까운 상태로 시험을 행하기 때문에 보다 엄밀한 결과를 나타내지만 이 방법은 長期의 시험기간을 요하여 6개월이 경과하지 않고서는 결과를 얻을 수 없다.

그래서 골재를 시험하는 때에는 우선 化學法을 실시하여 안전하다고 판정된 것은 콘크리트용 골재로서 그대로 사용하며, 다음으로 化學法으로 안전하다고 인정되지 않은 것에 대하여 그래도 콘크리트용 골재로서 그대로 사용하고 자 하는 경우에 모르타바-法을 사용하여 시험하는 것이 합리적이라고 생각된다.

그림 1에 합리적이라고 생각되는 試驗對策을 나타냈다.

주의해야 할 것은 無害로 판정된 골재에서도 그 일부에 潛在적으로 有害 또는 有害한 골재가 섞이면 그 골재 전체가 無害하지 않게 되어버리는 경우로서 이것은 附屬書 1에도 명기하고 있다.

4-2 反應抑制對策의 실시

지금까지 실시된 ASR 化學法試驗에서는 일본에 상당히 많은 反應성을 보이는 골재가 존재하는 것이 분명히 되고 있다. 反應의 염려가 있는 골재를 사용하지 않는다는 것은 明解한 대책이기는 하지만 이 방법에만 의지해서는 심각한 骨材不足이 생길 것이 확실하며 또 간이적인 엄밀한 골재시험방법도 개발되어 있지 않다.

그래서 建設省暫定對策에서는 無害성을 확인할 수 없는 골재도 對應抑制對策을 세우면 사용하여도 좋다고 하고 있다.

따라서 JIS 레미콘에 있어서도 이들 사용자의 요청에 따를 수 있도록 사용자가 지정한 경우에는 抑制對策을 실시하여 無害가 확인되지 않은 골재도 사용할 수 있도록 하였다.

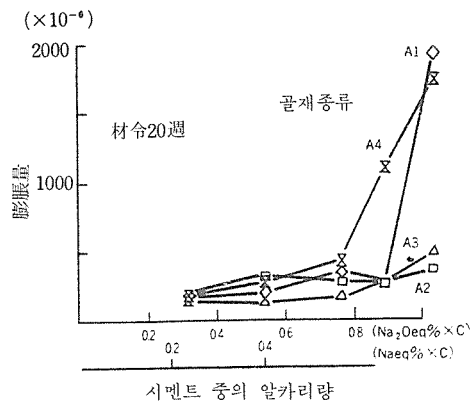
단, 抑制對策의 방법도 대단히 많이 있을 것으로 예상되지만 생산자의 혼란을 피하기 위하여 새로이 附屬書 6을 만들어 抑制對策의 종류를 建設省暫定對策에 정해진 방법으로 제한하였다. 규정된 알칼리骨材反應 抑制對策의 방법을 아래에 설명한다.

4-2-1. 低알칼리 시멘트의 사용

그림 2는 시멘트 중의 알칼리량과 모르타바-의 膨脹量과의 관계에 나타낸 것이다. 이

그림을 보면 알칼리량이 0.6% 이하에서는 거의 膨창을 일으키지 않는 것을 알 수 있다. 이 그림은 모르타의 시험 결과이지만 콘크리트에 의한 실험에서도 상당한 富配율이 아닌한 알칼리량이 0.6% 이하인 시멘트를 사용하면 膨창은 억제시킬 수 있음을 나타냈다.

그림 2. 시멘트 중의 알칼리량과 膨脹量



동일한 規準을 미국 등에서 볼 수 있으며 유럽 몇개국에서도 對策案으로서 내놓고 있다.

일본에서는 1986년 2월에 JIS R 5210 포틀랜드시멘트가 개정되어 低알칼리형의 포틀랜드시멘트에 대하여 새로이 규정되었다. 이 시멘트는 總알칼리량이 Na₂O 當量으로서 시멘트 중량의 0.6% 이하로 제한되어 있다. 이 시멘트를 사용하면 일반적으로 사용되고 있는 콘크리트에 대해서는 충분히 ASR 抑制效果가 있다고 생각된다. 그래서 低알칼리시멘트를 사용하면 ASR은 억제할 수 있는 것으로 하였다.

단, 극단적으로 富配율인 경우에도 이 방법으로 抑制效果가 확실한지의 여부등에 대해서는 학술적으로 해명하여야 할 점이 있기 때문에 建設省과 시멘트협회 공동으로 연구가 진행되고 있다.

4-2-2. 콘크리트 중의 알칼리總量의 抑制

單位시멘트량이 많지 않은 콘크리트에서는 低

알카리형의 시멘트를 사용하지 않아도 알카리總량을 억제할 수 있다. 이 때문에 시멘트 사용량이 그다지 많지 않은 콘크리트에서는 유효한 수단이 된다.

그림 3에 모르터 중의 단위알카리량(모르터 단위체적당의 알카리當量)과 모르터바-의 팽창의 관계예를 나타냈다. 일반적으로 골재로 사용되는 암석은 단위알카리량이 어느 일정한 값을 넘으면 심하게 팽창하는 경향을 가지므로 단위알카리량을 이 값 이하로 억제해 두면 ASR에 의한 팽창을 억제할 수 있다. 이 값에 대해서는 몇개의 제안이 있지만 지금까지의 諸外國의 基準과 實驗結果를 기초로 콘크리트에서 3.0 kg/m³로 정하였다.

알카리總량을 산출하기 위해서는 시멘트 중의 알카리량을 알고 있지 않으면 불가능하지만 日本産의 포틀랜드시멘트는 1986년 가을부터 시멘트의 mill sheet에 Na₂O, K₂O, R₂O의 %를 표시하기로 하였다. 알카리總량의 계산방법은 附屬書 6에도 표시되어 있다.

이 경우에 주의를 요하는 점으로서 알카리는 시멘트로부터만 공급되는 것이 아니며 混和劑와 鹽分에서도 공급될 가능성이 있는 점이다. 그래서 일반적으로 혼입되는 비율이 크다고 생각되

는 鹽分에 대해서도 Cl 이온의 검사결과를 반영시켜 NaCl로서 Na₂O로 환산하여 加算하도록 하고 있다. 단, 混和劑에 알카리량을 표시까지는 시간이 걸릴 것이 예상되었기 때문에 시멘트로부터의 알카리總량이 2.5kg/m³ 이하이면 다른 재료로부터의 알카리량을 생각하지 않아도 좋은 것으로 하였다.

4-2-3. 高爐시멘트 B, C種의 사용

여러 외국의 연구에서 以前부터 포조란效果가 있는 混和材料는 ASR을 억제하는 효과를 가진다고 한다. 일본의 골재에 대해서도 많은 연구자에 의해 混和材에 의한 抑制效果가 실험적으로 검토되어 포조란效果를 가지는 混和材가 어떤 조건하에서는 ASR에 대하여 유효한 抑制效果를 가지는 것이 확인되었다. 따라서 포조란의 사용도 抑制對策의 하나로서 받아들이는 것으로 하였다.

그중 高爐시멘트에 대해서는 필자등도 高爐슬래그의 混入率의 증가와 함께 抑制效果가 증대하는 것을 확인하였으며 高爐슬래그B종(슬래그 混入率 30~60%)을 사용하면 시멘트 중의 알카리량이 상당히 높지 않는 한 충분히 안전한 정도로 ASR을 억제시킬 수 있다고 생각한다. (일례를 그림 4, 5에 나타냄) 단, 외국에서는슬

그림 3. 모르터中の 單位알카리량과 膨脹量

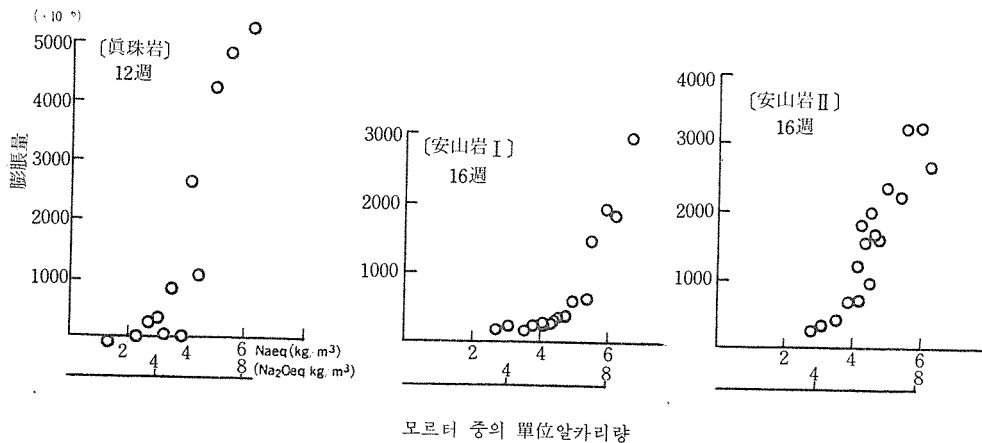


그림 4. ASTM C 227 膨脹率

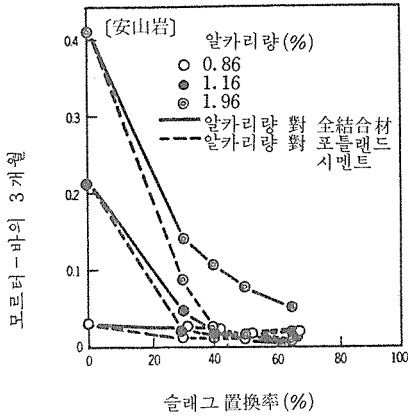
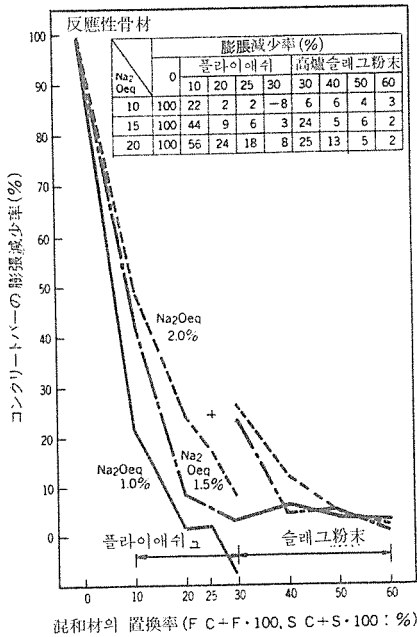


그림 5. 混和材의 置換率과 膨脹減少率과의 관계



래그량은 50% 이상으로 해야 한다는 규정이 있기도 하기 때문에 일본내에서 慎重論도 있었다. 그래서 골재의 反應性의 정도와 시멘트 중의 알카리량 등이 상당히 나쁜 조건으로 조합된 경우에도 높은 확률로 안전성이 확보될 수 있도록

슬래그 混入率 50% 이상이 바람직하다고 추천 장려하였다.

현재 高爐시멘트에는 슬래그 混入率의 표시가 없어서 50% 이상인 것의 확인이 다소 곤란하다. 현재 사용되고 있는 高爐B종시멘트의 슬래그 混入率은 40~55%가 많다고 하는데 40% 정도인 경우도 상당한 抑制效果를 기대할 수 있다고 생각되기 때문에 50% 이상은 「바람직하다」라고만 기록하여 數値에는 상당한 폭을 두었다.

高爐슬래그 외에도 플라이애쉬, 실리카흙 등이 抑制效果가 있으며 사용방법에 따라서는 高爐슬래그 보다 효과가 큰 것도 있지만 이들은 품질의 변동이 크며 또 사용방법에 따라서는 역효과(ASR이 촉진된다)가 생기는 수가 있다. 그래서 이들을 사용하는 경우에는 실험 등에 의해 입수할 수 있는 재료에 대하여 효과를 확인하여 사용할 필요가 있다. JIS製品은 가능한 확인실험 등을 행하지 않아도 좋도록 할 필요가 있기 때문에 포조란을 사용할 경우에는 효과가 확실한 高爐시멘트의 B, C종으로 한정시켰다.

유럽에서는 슬래그를 포함한 포조란의 종류와 混入率에 따라 시멘트 중의 알카리總量 등을 자세하게 규제하는 對策案이 나와 있는 곳도 있다. 금후 연구가 진행되면 알카리總量의 규제를 조합시켜 高爐시멘트 이외의 포조란 사용도 가능하게 될지도 모르겠다.

5. 試驗方法에 대하여

골재의 試驗方法에 대해서는 附屬書 7, 8에 상세히 기록되어 있고 解説에서도 설명을 덧붙이고 있기 때문에 여기에 다시 쓸 필요가 없다고 생각된다. 그래서 아래에 建設省暫定對策을 작성할 때에 생각되었던 이들의 특징 문제점들 중에서 독자에게 참고가 될 것으로 생각되는 사항을 기술한다.

5-1. 骨材의 알카리실리카反應性試驗 (化學法)

5-1-1. 概 要

反應性骨材의 化學的 試驗法으로서 종래부터 ASTM C 289가 널리 알려져 있다. 이 방법은 0.15~0.30mm로 粒度調整한 골재를 密閉容器中에 알카리溶液(1 規定 수산화나트륨 溶液)과 함께 넣고 80℃에서 24시간 반응시켜 여과한 액체를 0.05 規定 鹽酸으로 滴定하여 감소한 알카리량을 측정하는 동시에 여과액 중에 溶出된 실리카량을 重量法 또는 吸光光度法으로 측정한다. 이들 값을 規定된 判定圖에 對照하여 골재의 反應性을 判定하는 것이다. 이 방법의 장점은 극히 短期에 골재의 反應性을 判定할 수 있다는 점이다.

그러나 이 ASTM 試驗法의 시험결과가 시험소에 따라 다른 등 신뢰성에 의문이 생겼기 때문에 試驗操作의 明確化와 새로운 分析法을 채택하여 簡易化를 도모함으로써 보다 신뢰성이 있는 시험으로 하였다.

5-1-2. 試驗順序 및 ASTM 과의 차이점

이 방법은 ASTM C 289 試驗法의 準據하고 있으며 그 시험순서를 그림 6에 나타냈다. 또 ASTM 試驗法과의 주요한 차이점은 다음과 같다.

① 시료채취에 대하여 새로이 規定한 한편 試料調整時의 물로 씻는 방법 등은 간략화 하였다

② 反應操作順序는 보다 세부까지 規定하고 濾過操作은 가장 誤差要因이 된다고 생각되기 때문에 사용기구를 보다 사용하기 쉬운 것으로 변경시킨 동시에 操作은 세부까지 規定하였다.

③ 알카리濃度減少量의 측정은 대기중의 탄산가스의 영향을 가능한 반지 않도록 배려하며 1 회째의 滴定으로 대략의 滴下量을 알고 2 회째의 滴定으로 精確한 滴定을 행하도록 하였다.

④ 溶解실리카량의 測定法에 個人차를 작게 하는 동시에 多數의 시료를 신속히 처리할 경우를 고려하여 原子吸光光度法을 채택하였다.

⑤ 重量法에 의한 溶解실리카량의 측정에는 鹽酸乾固法 대신에 실리카의 固定이 거의 완전한 동시에 濾過操作이 용이한 過鹽素酸法을 채

택하였다.

⑥ 吸光光度法 및 原子吸光光度法의 실리카 표준으로서 시판되는 것의 사용을 인정하여 簡略化를 도모하였다.

⑦ 이상의 개선에 의해 반복시험의 許容差를 12%로부터 10%로 변경하였다.

이들 차이점을 표 1에 나타냈다.

5-1-3. 問題點

이 시험방법은 ASTM 시험방법에 비하여 시험소에 따른 시험결과와 차이가 적게 되며 신뢰성도 향상될 것으로 생각되지만 그래도 아래와 같은 문제점이 있다.

① ASTM 시험방법은 탄산칼슘, 마그네슘 또는 제 1 철을 포함한 골재 예를 들면 方解石, 도로마이트, 마그네사이트 또는 菱鐵鑛 혹은 蛇紋岩과 같은 마그네슘의 矽酸鹽을 포함한 골재 및 礫酸鹽을 포함한 골재에는 적용하는 것이 적당하지 않다고 되어 있다.

② 이 시험은 아주 가혹한 시험이기 때문에 실제 콘크리트 중에 있어서의 골재와 알카리와의 반응에 의한 콘크리트의 劣化는 반드시 결과가 일치되지 않는 경우도 생각할 수 있다.

③ 判定圖는 미국產 골재의 암석학적 판단과 모르타바-法의 膨脹量의 결과로부터 작성된 것을 그대로 사용한 것으로 일본 골재의 判定에 적합하다고는 단정할 수 없다.

이렇게 몇가지의 문제점은 있으나 현시점에서 이 化學的 試驗法은 골재의 反應性을 判定하기 위한 최선의 시험법의 하나라고 생각된다.

5-2. 골재의 알카리실리카反應性試驗 (모르타바-法)

5-2-1. 概 要

附屬書 8에 골재의 알카리실리카反應性을 시험하는 또 하나의 방법으로서 모르타바-法을 나타내고 있다. ASR은 골재와 시멘트풀과의 境界面의 反應이기 때문에 골재시험도 콘크리트로서 反應性試驗을 해도 좋겠지만 콘크리트로서 시험하는데에는 시험요인의 복잡함, 공간,

그림 6. 化學法の 흐름도

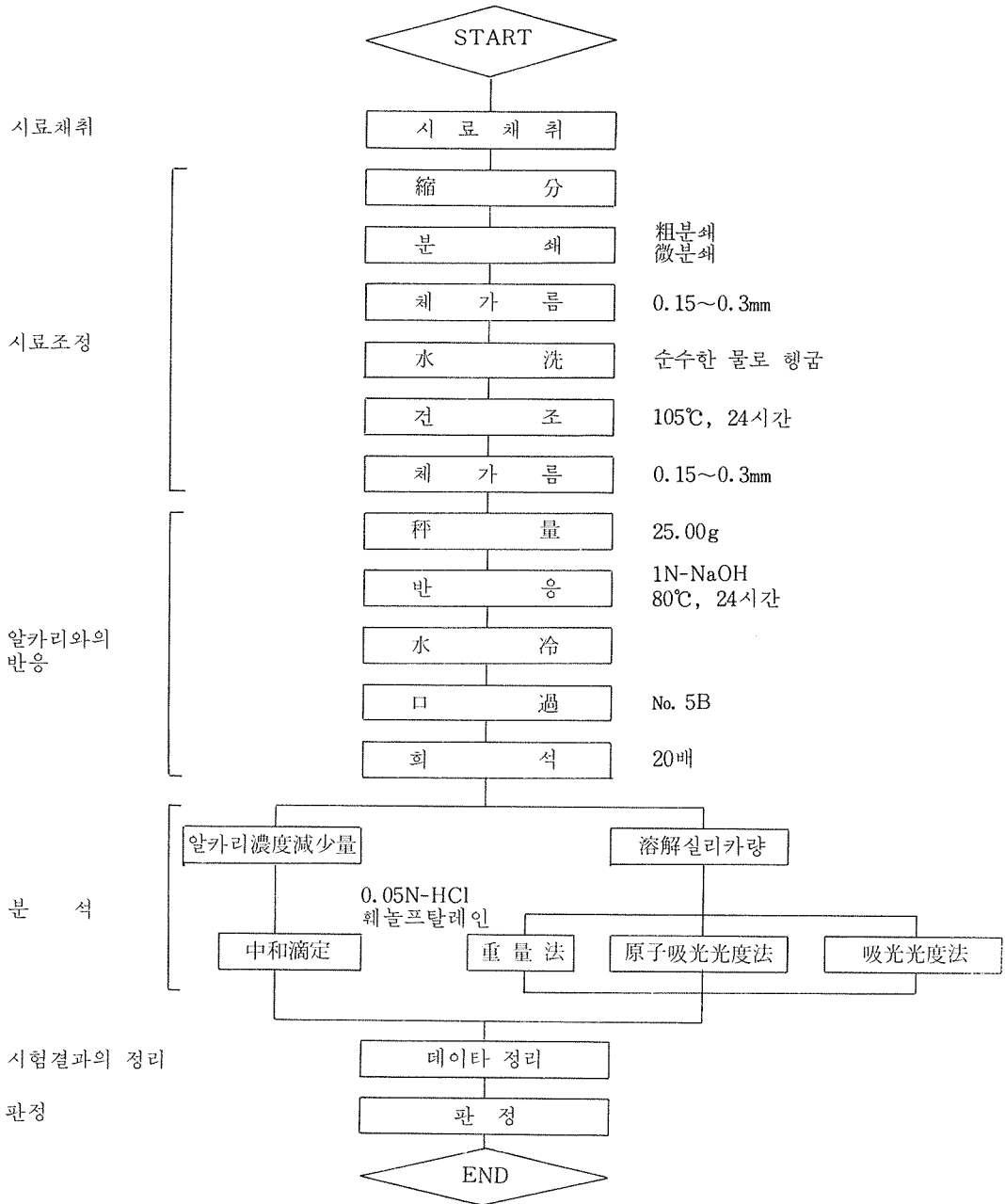


표 1. ASTM 試驗法和 附屬書 7의 試驗法の 차이점

	ASTM C 289 (化學法)	附屬書 7의 시험방법 (化學法)
시료채취	시료채취는 골재의 대표적인 부분	採石場에서 시료채취를 하는 경우는 약 40kg을

	을 선택한다.	채취한다. 레미콘공장에서 시료채취를 하는 경우는 굵은골재, 잔골재 각각에 대하여 약 40kg을 채취한다.
시료조정	분쇄후 시료를 관찰하여 실트질 또는 점토질이 부착된 입자가 있으면 水洗, 乾燥作業을 반복한다.	시료의 洗淨, 乾燥는 1회로 하며 순수한 물로 행군다.
反應操作	24시간 반응시킨 다음 30℃ 이하로 냉각후 곧 뚜껑을 열고 골재잔분과 용액을 여과시켜 분리한다.	냉각후 밀폐시킨 그대로 용기를 상하로 2회 顛倒시켜 5분간 정지한 후 뚜껑을 연다.
濾過操作	분석용 濾過紙를 밀착시킨 磁氣性 Gooch 도가니로吸引 여과시킨다. 이때 소량의 용액을 여과지 위에 부어 여과지를 밀착시켜 용기의 내용물을 흘트리지 않도록 하여 용액만 여과시킨다. 용액의 여과가 끝났으면吸引을 멈추고 스텐레스製 주걱으로 용기내의 잔분을 여과지 위로 옮기고 재차 약 51kPa로吸引하며 여과액이 10초간에 1방울씩으로 될 때까지吸引 여과를 계속한다. 이때吸引에 요한 시간을 기록해 두며 같은 재료의 다른 용기에 대해서도 같은 시간,吸引 여과를 실시한다.	부후나 깔때기에 여과지(5종 B)를 놓고 우선 上澄液을 조용히吸引 여과시킨다. 다음으로 용기 중의 잔분은 스텐레스製 스푼 등으로 부후나 깔때기에 옮겨 넣고 잔분을 가볍게 저어 평평하게 하여 4분간吸引을 계속한다. 이때의吸引 여과시간은 모두 일정하게 한다.
알카리濃度 減少量의 측정	회석용액을 0.05 N-HCl표준액으로 滴定한다.	滴定은 2회 행하며 1회째의 滴定量을 참고값으로 하여 신중히 滴定한 2회째의 값을 채택한다.
溶解실리카량의 측정	重量法 또는 吸光光度法으로 행한다.	重量法, 吸光光度法 또는 原子吸光光度法으로 행한다.
重量法에 의한 溶解 실리카량의 측정	鹽酸乾固法	過塩素酸法
실리카標準液	吸光光度法の 실리카표준액은 메타 硅酸나트륨을 물에 용해하여 조정하며 重量法으로 SiO ₂ 농도를 검정한다.	吸光光度法 및 原子吸光光度法の 실리카표준액은 檢量線作成 때에 2산화규소를 알카리로 용해하여 조정하거나 시판되는 실리카표준액(Si 1000 ppm)을 사용한다.
許容差	3개 측정값의 허용차이는 평균값이 100mmol/l 미만인 때는 12mmol/l 이내, 평균값이 100mmol/l 이상일 경우는 12% 이내로 한다.	3개 측정값은 모두 그 평균값과의 차이가 10% 이내이어야 한다.

설비, 노력이라는 면에서 여러가지 곤란함이 뒤따른다. 그래서 보다 간편한 방법으로서 모르타르로 행하는 방법이 종래부터 ASTM基準 등에 표시되었고 ASTM C227의 모르타르-法은 지금까지도 세계각지에서 널리 사용되고 있다.

ASTM C227의 規準에서는 모르타르-法을 골재의 反應性을 체크하는 수단 위에 현장에서 사용할 시멘트와의 조합에 의한 危險度判定에도 사용할 수 있도록 되어 있다.

附屬書8에 규정한 모르타르-法은 ASTM의 모르타르-法에 아래 설명된 내용을 수정하여 시멘트의 조합에 있어서의 是否判定은 하지 않고 골재의 反應性判定만을 행하는 방법으로 하였다. 판정은 사용할 시멘트의 알카리량을 조금 높게 설정하고 40℃의 비교적 높은 온도에서 養生함으로써 판정이 상당히 安全側으로 되도록 되어 있지만 앞의 化學法 보다는 엄밀한 판정이 되지 않을까 생각한다.

그러나 결점으로서 化學法보다 많은 골재시료량을 요하며 판정에 6개월의 장기간을 요하는 점을 들 수 있다.

5-2-2. ASTM과의 주요한 차이점

附屬書8의 모르타르-法은 기본적으로는 ASTM C227 방법을 개선시킨 것이다. 일본에서도 알카리실리카反應이 발견된 당초에는 골재의 反應性을 ASTM C227 그대로의 방법으로 판정하였다. 이 방법은 새로이 ASTM 規格의 用具를 갖추고 시작하여야 하는 결점 외에 供試體가 너무 가늘어 부러지기 쉬웠으며 구부러져 버리는 경우도 많았다. 그래서 우선 모르타르-의 치수를 JIS 規格에 의한 형틀과 일치시켜 4.0×4.0×16.0cm로 하였다.

또 지금까지의 실험으로부터 ASTM 방법을 그대로 사용한 경우 다음과 같은 문제가 있는 것이 판명되었다.

① 配合 특히 單位體積 모르타르당의 알카리량이 모르타르-의 膨脹量에 크게 영향을 미친다.

② 같은 몰數의 알카리이온도 K와 Na는 膨脹量에 미치는 영향이 다르다. 따라서 같은 알카리량의 시멘트를 사용하여도 시험결과가 다르다.

③ 養生中の 습도의 근소한 차이도 膨脹量에 큰 영향을 미친다.

④ 충분히 관리된 실험을 실시하여도 供試體間的 측정값의 편차를 ASTM에 표시되어 있는 精度內로 하기가 어렵다.

이들 문제점을 개선할 수 있도록 시험방법을 개정했으며 결과적으로 ASTM방법과 크게 다른 점은 다음과 같은 점이다.

① 이 시험방법은 골재의 알카리실리카 反應性을 판정하는 수단이라는 입장을 취하고 있다.

② 지금까지 配合은 흐름값을 일정하게 하도록 되어 있었지만 配合을 W/C=50%, S/C=2.25로 통일시켰다. 이 배합으로 매우 용이하게 供試體를 제작할 수 있다.

③ 모르타르 중의 단위 알카리량을 일정하게 하였다. Na와 K의 영향의 차를 없애기 위해 가능한 알카리량이 적은 시멘트를 사용하며 여기에 NaOH를 첨가하여 總알카리량이 시멘트의 1.2 重量%로 되도록 하였다. 또 사용할 시멘트는 JIS R5210-86의 低알카리형시멘트를 사용하는 것으로 하였다.

④ 養生을 상대습도 100% 조건하에서 실시하도록 하였다.

⑤ 측정결과의 편차에 대한 제한은 ASTM보다도 다소 완화시켰다.

또 ⑤에 관해서 JIS에서는 새로이 3개 시험결과의 편차가 규정의 범위를 초과한 경우에는 가장 伸張이 작은 1개를 빼고 2개의 평균으로 판정해도 좋은 것으로 하였다. 이것은 편차가 너무 크기 때문에 재시험을 행하는 것 보다는 오히려 安全側의 값으로 조기에 판단하고 싶다는 생각을 고려한 것이다.

5-3. 유효한 사용방법

前述한 化學法은 단기간에 결과를 얻을 수 있다는 장점이 있는 반면 판정이 상당히 安全側이며 실제로 콘크리트에 사용한 경우에 無害한 골재를 有害 또는 潛在的有害라고 판정할 가능성이 있다. 한편 모르타바-法은 化學法보다 엄밀한 판정이 가능하지만 판정에 6개월(경우에 따라서는 3개월)의 장기간을 요한다. 그래서 골재의 反應性을 판정하려고 하는 경우에는 우선 化學法을 실시하며 그것에 의해 有害 또는 潛在的有害로 된 골재 중에서 그래도 反應性을 확인하고 싶은 경우에 모르타바-法을 사용하여 시험하는 것이 좋다고 생각된다.

6. 맺는 말

JIS A5308에서는 특별히 ASR의 抑制對策에 대한 受入檢査의 方法을 규정하지 않았다. 建設省의 暫定對策에서는 골재시험성적표의 확인, 시멘트의 mill sheet와 알카리량의 계산값 등 필요한 자료의 제출과 확인 또는 필요에 따라 골재의 시험 등에 의해 검사를 하도록 지도하고 있다. 실제로는 이러한 서류를 체크하는 식으로 受入檢査가 이루어지는 경우가 많다고 생각된다. 이러한 점을 생각하여 JIS規格 중에는 구입자의 요구에 따라 骨材反應對策의 기초로 되는 자료를 제출하여야 하는 것을 규정하고 있다. JIS와 建設省은 알카리骨材反應에 대한 대책의 실시를 1987년 4월부터로 하였다. *

● 投稿를 바랍니다 ●

「레미콘」誌는 여러분의 參與로 發刊됩니다.
많은 投稿로 本誌를 더욱 빛내주시기 바랍니다.

內 容

1. 레미콘工業 및 相關産業의 品質·技術연구
2. 經濟 및 經營논문
3. 海外업체 關聯논문 번역
4. 業界소식, 動靜, 提言, 수필, 기타

原稿枚數

制限없음

마 감 일

制限없음

其 他

關聯사진 同封 요망

揭載된 원고는 協會所定의 稿料지급

제 출 처

우편번호 135

서울·江南區 驛三洞 832-2(友德빌딩 8층)

韓國레미콘工業協會 기획조사부