

膨張材의 性能과 膨張콘크리트의 品質

徐 南(訊)

1. 머릿말

膨張콘크리트 即 膨張性시멘트 混合材(以下 膨張材라고 한다)를 使用한 콘크리트는 그 膨張特性을 利用하여 收縮補償콘크리트나 케미카 프레스트레스트콘크리트에 適用되어 徐徐히 実績을 올리고 있는 바이다.

膨張콘크리트의 膨張特性 및 力學의 特性은 使用하는 膨張材의 膨張性能, 使用量 혹은 併用하는 시멘트의 品質等의 많은 要因 影響을 받기 때문에 膨張콘크리트를 使用하는 경우에는 事前에 充分한 調查研究가 必要하며 또 工事中에도 品質管理를 위하여 相當한 頻度로 管理試驗을 할 必要가 있다. 그러나, 現在까지 膨張材의 品質規準 및 膨張콘크리트를 使用하기 위한 使用規準이 確立되지 않았기 때문에 膨張材의 各種콘크리트 構造物 適用에 있어서는 個個의 工事마다 試驗方法이나 基準을 定할 必要가 있는등 實用面에서 頗 不便을 가지고 있었다.

이와같은 觀點에서 土木學會 및 日本建築學會에서는 1976年 8月以後 各各 膨張材에 關한 指針作成을 위한 委員會를 發足시켜 作業에 着手함과 同時에 또한 再學會의 代表委員에 의한 膨張콘크리트의 共通試驗方法作成의 委員會도 發足시켜 調查研究도 포함하여 檢討를 거듭하여왔다. 그 成果는 一部(案)1, 2)로서 公表한 것도 있고 또 가까운 將來에는 膨張材의 品質規格이나 各種試驗方法은 JIS化 되는 展望이기도하다.

本報告는 膨張材 또는 膨張材콘크리트의 JIS 規格化 指針作成의 過程에 있어서 資料의 蓄積을 目的으로 行한 實驗中에서, 主로 膨張材의 性能評價와 膨張材의 性能이 이것을 使用한 콘크리트의 品質에 미치는 影響에 대하여 檢討한 結果를 總括한 것이다.

2. 材料 및 試驗方法

(1) 材料

本實驗에 使用한 膨張材는 4商標이며 그

〈表-1〉

膨張材의 物理·化學的性質

膨張材	比重	比表面積 (cm ² /g)	化 學 成 分 (%)							合 計
			ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	
A	2.98	-	0.7	-	11.5	-	50.9	-	31.3	-
B	3.14	3,500	0.4	7.5	1.9	0.9	69.4	0.6	18.9	99.6
C	3.00	3,260	0.7	3.8	7.9	0.6	58.2	0.5	27.8	99.5
D	3.11	4,120	0.7	3.9	1.8	2.4	63.6	1.6	25.7	99.7

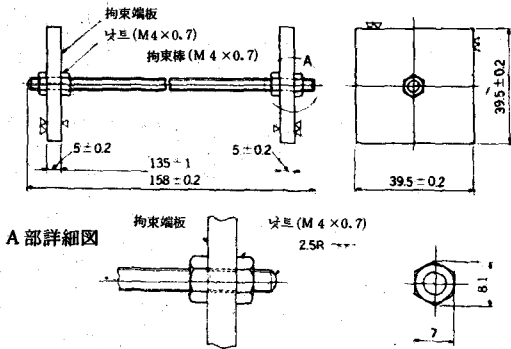
化学成分의 一例은 <表-1>에 보이는 바와 같다. 또 試驗은 東京工業大學, 建設者建築研究所 및 膨脹材製造會社에서 分担하여 行하였으므로 모든 膨脹材가 <表-1>에 보이는 化学成分이 된다고는 할 수 없다.

(2) 試驗方法

本實驗에서 採用한 試驗方法은 土木學會 및 日本建築學會가 共同으로 制定한 「膨脹 콘크리트의 試驗方法(案)」에 의한 것으로 그 概要는 다음과 같다. 試驗方法의 詳細는 既往의 報告를 参照하기 바란다.

1) 膨脹材의 물탈에 의한 膨脹性試驗方法

供試體는 4×4×16cm의 型틀 안에 拘束棒, 端板 및 너트로 構成된 拘束器具를 놓고 端板 사이에 膨脹물탈을 打設하여 成形한다. 材令 1日로서 脫型하고 以後 材令 7日까지 水中養生 그 뒤 20℃, 58%의 恒溫恒濕狀態로 保存한다. 그 동안의 供試體가 보이는 길이 變化를 測定하고 이 數值를 膨脹率로서 보인다. 但 基長은 물탈 打設前에 測定한 拘束棒 길이로 하고, 물탈 길이는 端板間 距離 135mm로 하여 算出한다. (<그림-1> 参照). 또 試驗에 使用하는 물탈의 配合은, 시멘트 468g, 膨脹材 52g, 標準砂 1,040g, 물 312g로 한다.



<그림-1> 拘束器具(물탈用, 單位: mm)

2) 膨脹 콘크리트의 拘束膨脹 및 收縮試驗方法

本試驗方法에는 A法(膨脹만을 對象으로 한 試驗方法)과 B法(膨脹 및 收縮을 對象으로 한 試驗方法)과의 두 종류가 있다. A法 및 B法은 基本的으로는 같은 것이지만, B는 膨脹 콘크리트가 氣中에 놓여 乾燥하고 그 收縮率이 커져서

原點보다 收縮側으로 特行하여도 測定이 可能하도록 拘束棒에 비틀어 잘른 것이다. 그 意味에서는 前述의 물탈에 의한 膨脹性試驗方法을 콘크리트用으로 適用한 데에 지나지 않는다. 한편 A法은 레디믹스트 콘크리트工場 등에서 管理試驗에 使用하는 것을 配慮하여 膨脹側만 測定되면 좋다고 하고, 試驗의 簡便함도 加味한다 소위 B法의 簡易型이다. A法, B法 다같이 測定原理나 方法은 물탈의 경우와 같으며, 供試體의 断面寸수를 10×10cm 이에 따라 길이를 크게 한 데에 지나지 않는다.

3) 膨脹 콘크리트의 拘束養生에 의한 壓縮強度試驗方法

供試體를 만드는 方法은, JIS A 1132 (콘크리트의 強度試驗用 供試體의 製作法)의 2, 3 및 4에 의하므로 普通의 콘크리트 供試體 製造와 전혀 同一하다. 단 供試體는 型틀을 부친 그대로 濕潤狀態로 養生하는 것만이 다르다. 濕潤狀態를 가질려면 供試體를 水槽 안에 두든가 혹은 空氣속에서 濕布로 덮든가 하여 供試體의 表面이 乾燥하지 않도록 適時 水分을 供給하는 것이 좋다. 型틀은 試驗直前에 떼는 것이다.

(3) 各種標準試驗方法의 品質管理性能의 確認

膨脹 콘크리트의 膨脹特性 및 力學의 特性을 把握하기 위하여 우선 그 特性을 適正히 判斷할 수 있는 試驗方法을 確立할 必要가 있다. 그래서 前述한 바와 같은 試驗方法이 提案 되었다. 그러나 提案된 各種試驗方法은 一部方法을 除하면 實地로 물탈 혹은 콘크리트에 의하여 供試體를 作成하고 試驗方法의 檢出性能을 確認한 것은 아니다. 따라서 3章以下의 試驗結果의 解析을 하려면 이들 試驗方法에 의한 檢出性能의 確認試驗이 必要하므로 各種試驗方法의 各 試驗值의 積度에 對하여 檢討하였다. 詳細한 것에 대하여 別報⁹⁾을 参照하기 바란다.

1) 膨脹 콘크리트의 拘束膨脹 및 收縮試驗의 試驗精度

土木, 建築工事中에서 잘 使用되는 3配合의 膨脹 콘크리트를 選別하고 各配合의 콘크리트를 各 連續하여 5번지식 뒤섞고 批지 NO. 1~

4 부터는 1 맞지當 3 개, No. 5 부터는 10개의 供試體를 作成하여 2.(2) 2)에 의하여 試驗을 하였다. 그 結果 맞지間의 試驗值의 バラ키는 水中養生材令의 經過에 따라 拘束膨脹率이 增大하는데도 不拘하고 標準偏差로 大略 0.2×10^{-4} 와 거의 一定한 數值이며 變動係數가 減少하는 傾向이 있다. 또 バラ키의 傾向은 主로 材令 1日 즉 脫型直後에 測定된 值의 バラ키에 의하여 左右되게 表示되어 있다.

맞지의 相違에 의한 標準偏差의 變動範圍는 材令의 經過와 實係없이 거의 一定한 範圍가 되어 있고 맞지의 相違에 의한 影響이 적은 것은 認定할 수 있다. 1맞지當 10개의 供試體는 試驗值와 3개의 試驗值와의 バラ키는 어떤 配合의 경우 10개의 バラ키가 3개의 경우보다 約 0.2×10^{-4} 크지만 變動係數로 하여 2%程度이며 또 그 밖의 配合으로는 供試體의 개수에 의한 差異는 없고, 1맞지에서 3개의 供試體를 만드는 것으로 試驗值의 信賴性은 얻을 수 있다는 것이 確認 되었다.

A法, B法 兩者의 試驗精度를 比較하면 큰 差異는 없으며 어느 方法도 膨脹콘크리트의 길이 變化를 充分한 精度로 測定할 수 있다고 할 수 있다.

2) 웨트스크리닝한 몰탈 試驗體에 의한 膨脹性 試驗의 試驗精度

膨脹材의 膨脹性試驗方法은 標準砂를 使用한 몰탈供試體에 의하여 膨脹性能을 試驗하는 것이고 主로 膨脹材 製造社가 製品의 品質管理에 使用하는 것을 對象으로한 試驗方法이지만 今般의 確認試驗에서는 몰탈에 의한 膨脹性 試驗方法의 試驗精度의 確認과 同時에 웨트스크리닝한 몰탈의 膨脹性能에서 콘크리트의 膨脹性能을 推定하기 위한 資料를 얻는 것을 目的 했기 때문에 웨트스크리닝한 몰탈에 대하여 實施했다.

前述한 各 配合의 콘크리트 4맞지식에서 웨트스크리닝한 몰탈로 1맞지當 3개의 供試體를 作成하고 2.(2) 1)에 의하여 試驗을 하였다. 그 結果 材令의 經過와 試驗值의 バラ키와의 關係를 보면 水中養生後의 乾燥材令의 經過에 따라 バラ키가 若干 增大하는 傾向이 있고 水中

養生中の 膨脹側에 比較하여 収縮側의 試驗值가 信賴性이 不足하다는 것을 認定할 수 있다. 또 맞지의 相違가 試驗值의 精度에 미치는 影響은 적은 것 같다.

3) 膨脹콘크리트의 拘束養生에 의한 壓縮度試驗의 試驗精度

供試體의 採取는 1配合만(으로)의 경우와 같이 하였다. 試驗은 2.(2) 3)에 의한다. 또 比較하기 위하여 JIS A 1108(콘크리트의 壓縮強度試驗方法)에 의한 試驗도 하였다.

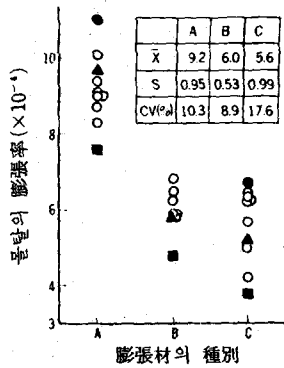
拘束養生에 의한 壓縮強度試驗의 試驗精度를 JIS A 1108로 規定되는 無拘束養生에 의한 壓縮強度試驗의 試驗精度와 比較하면 材令 7日 및 28日에서의 各 맞지의 標準偏差, 變動係數, 壓縮強度와도 試驗值의 バラ키의 傾向은 같은 程度이고 큰 差異는 볼 수 없다. 따라서 이 強度試驗法에 의한 경우도 길이 變化試驗의 경우와 같이 1맞지에서 3개의 供試體를 만드는 것으로 試驗值의 信賴性은 얻어지는 것이 確認 되었다.

3. 膨脹材의 性能評價

앞에서 말한바와 같이 膨脹材의 膨脹性能은 一定한 配合의 몰탈을 一定한 拘束比의 條件으로 膨脹시켜 水中養生 혹은 이에 이어 乾燥養生時의 길이 變化로서 規格에 合格할지 어떨지를 알아내야 된다. 現在 膨脹材의 JIS 原案作成委員會에 案으로서 提出되어 있는 길이 變化值는 材令 7日의 水中養生 終了時로서 3.0×10^{-4} 보다 큰 것 以後의 乾燥養生한 材令 28日로 -2.0×10^{-4} 보다 작지않다는 것으로 하고 있다.

그러나 膨脹材의 性能評價라고 하면 단순히 膨脹率 혹은 収縮率로서만 아니고 다른 分析要因도 當然히 포함되는 것이다. 단 여기에서는 性能評價로서 단순히 市販品의 膨脹性狀을 確認하는, 또는 併用하는 시멘트의 차이에 의하여 膨脹率이 어느 程度 變化하느냐를 確認하는 데에 그치고 말하겠다.

우선 <그림-2>는 3商標의 膨脹材의 膨脹性能을 2.(2) 1)의 方法에 의하여 10Lot의 各

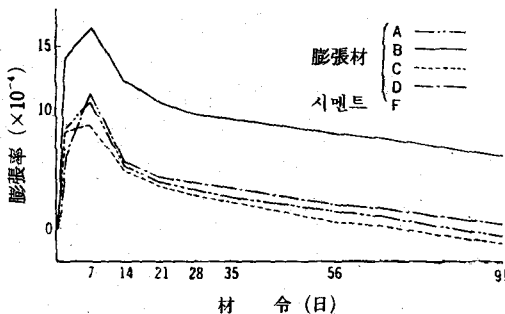


〈그림-2〉 膨張材의 Lot間的 品質變動

Lot 마다 材令 7日까지의 膨張率을 調査한 結果를 보인 것이다. 여기에 보이는 結果를 現在 膨張材 메이커에서 出荷되어 있는 膨張材의 膨張性能과 Lot間的 ば라키를 보이는 것이라고 評價하면 前述한 3.0×10^{-4} 以下の 膨張을 보인 膨張材는 전혀 볼 수 없다. 이런 意味에서는 모두 JIS (案)의 規格值로 滿足하고 있다. 그러나 ば라키의 點에서 본다면 반드시 잘 管理되어 있다고는 말하기 어렵고 이 膨張性能의 大小가 콘크리트의 品質에 미치는 影響을 確認할 必要가 있을 것이다. 이 結果는 모

〈表-2〉 膨張材와 시멘트의 混成에 의한 膨張率 ($\times 10^{-4}$, 材令 7日)

膨張材 시멘트	A	B	C	D
E	+ 5.23	+ 6.99	+5.28	+ 5.73
F	+10.05	+16.59	+8.64	+11.21
G	+ 6.07	+10.57	+5.93	+ 8.57
H	+ 6.54	+13.75	+4.74	+ 7.63



〈그림-3〉 膨張材를 사용한 몰탈의 길이변화

은 膨張材메이커 各社가 自社의 普通 포틀랜드 시멘트를 使用하여 試驗한 것이므로 比較하기 위하여 시멘트를 4種類 使用하는 膨張材를 4種類로 하여 合計 16의 混成에 대하여 같은 試驗을 實施했다. 試驗結果는 〈表-2〉 및 〈그림-3〉에서 보인 바와 같았다.

이 結果에서, 膨張材의 商標를 併用하는 시멘트의 商標와의 混成에 의하여 膨張量에는 큰 差異가 있는것이 判明되었다. 따라서 實際 工事中에서 使用하는 膨張材와 시멘트의 選定에는 充分한 註意가 必要하며 事전에 品質試驗을 行하여 膨張性能을 確認한 뒤에 그 混成을 決定하고 使用에 있어서는 또한 管理試驗을 頻繁히 하는 것이 바람직하다.

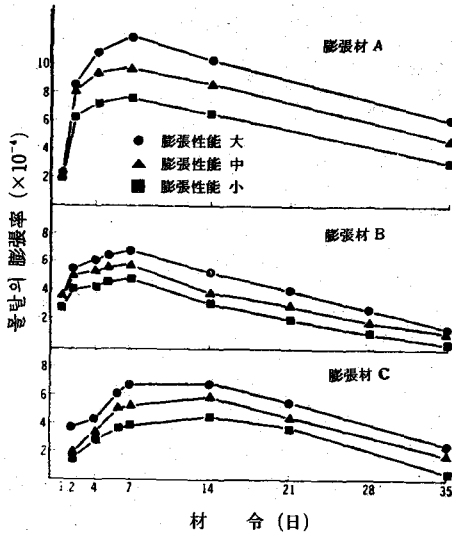
4. 膨張材의 性能과 膨張콘크리트의 膨張率

前述한바와 같이 膨張材의 膨張性能의 判定은 標準砂를 使用한 一定配合의 供試體를 使用한 膨張性 試驗方法에 의하여 行하게 되는 것이나 工事現場에서는 實地에 打設되는 膨張콘크리트의 膨張性能이 所要한 品質로 滿足하고 있지 않으면 안되는것은 當然하다.

이경우 現場에서의 品質管理를 콘크리트 供試體에 의하여 한다고하면 材料, 配合等의 影響을 除하면 膨張材의 몰탈에 의한 膨張性能和 이를 使用한 콘크리트와의 各試驗值에 強い 相關性이 없으면 膨張材메이커가 出荷管理 또는 性能試驗을 實施해도 膨張콘크리트로서 使用한 경우의 品質保證이 안되는것이다.

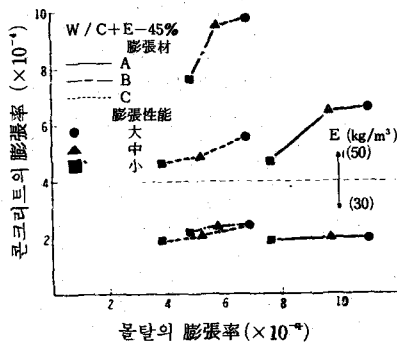
그래서 上述한 再試驗值間的 相關이 強弱에 대하여 檢討함과 同時에 膨張材의 性能이 膨張콘크리트의 膨張率에 미치는 影響에 대하여 檢討했다. 實驗方法은 兩試驗值의 相關性에 一般性을 주기위하여 3.에서 말한 3商標의 膨張材에서 각각 膨張性能이 다른 3種類의 膨張材를 選定하고 이들의 膨張材를 使用하여 콘크리트의 膨張率試驗을 한것이다.

〈그림-4〉는 3商標의 膨張材의 性能을 10Lot의 各 Lot 마다 調査한 結果中, 그 性能이 最大, 最小, 平均的인 것의 3 Lot에 대하여 보인것이다. 또 시멘트는 각각의 膨張材를 製造



(그림-4) 膨張材의 膨張性能의 相違

하고 있는 회사의 普通포틀랜드시멘트를 사용했다. 膨張量, 膨張速度는 각商標에 따라 化學成分, 膨張機構가 다르기때문에 얼마쯤 다르지만 膨張量은 同一商標라도 Lot에 의하여 많이 變動하고 있다. 또 10Lot의 膨張材의 性能의 바라키를 水中養生材令 7日의 膨張率에서 보면, (그림-2)의 表에서 보인것처럼 어느 商標도 대개 크다. 여기에 얻은 바라키의 値는 試驗法의 精度로 보아도 充分히 有意差가 있는것이라고 할 수 있다.

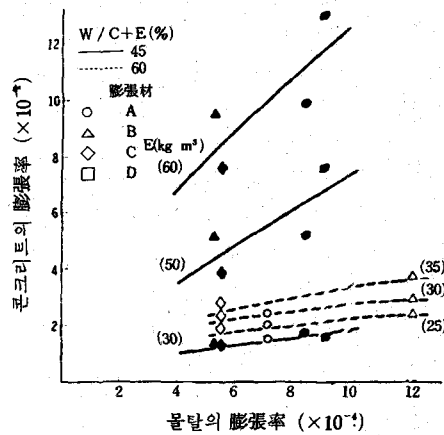


(그림-5) 膨張材의 膨張性能과 膨張 콘크리트의 膨張率

(그림-5)는 膨張材의 膨張性能이 콘크리트의 膨張率에 미치는 影響을 調査하기 위하여 上述한 大, 中, 小의 膨張性能을 보인 膨張材를 사용한 경우의 膨張性能과 膨張콘크리트의 膨張率(水中養生材令 7日)의 相関性에 대하여 보인

것이다 이 그림에 의하면, 單位膨張量 (E)이 30kg/m^3 의 경우에는 膨張材의 膨張性能이 달라도 콘크리트의 膨張率에 큰 變動은 없고 2.0×10^{-4} 前後로 거의 一定한 値를 보이고 膨張材의 種類에 의한 變動도 볼 수 없다.

한편 單位膨張材材量이 50kg/m^3 의 경우에는 膨張材의 商標 膨張性能에 의하여 膨張率이 大幅 相違하고 있다. 膨張性能이 큰 膨張材를 사용하면 이것을 사용한 콘크리트의 膨張率이 큰것은 어느 程度 짐작된다고 해도 물탈에 의한 膨張性能이 같은 値를 날아내어도 膨張材의 種類에 의하여 콘크리트의 膨張率이 大幅 變化하여 있는 事實은 이것을 工事現場에 實用하는 경우에는 큰 問題가 된다. 恒 이 試驗에서는 시멘트를 各社의 製造品으로 했기 때문에 사용하는 시멘트와의 相性的 影響이 있다고 생각하여 다음에 併用하는 시멘트의 品質의 影響을 없애기 위하여 膨張材는 4商標



(그림-6) 膨張材의 膨張性能과 膨張콘크리트의 膨張率(同一시멘트를 사용)

에 대하여 同一한 시멘트를 사용하여 했을 경우의 膨張材의 性能과 콘크리트의 膨張率의 關係를 求하였다. (그림-6)은 이 試驗結果이다. 이 그림에 의하면 (그림-5)에 보인結果와 거의 같은 傾向에 나타나 있으나 특히 單位膨張材量의 增大에 따라 膨張性能의 差異가 크게 나타난 것이 表示되어 있다. 그리고, (그림-5)에 비하면 膨張材 種類의 影響이 緩和되어 물탈에 의한 膨張性能이 큰 膨張材를 사용하면 콘크리트의 膨張率이 커지는것이 적어도 傾向

的으로 얻어져 있다.

여기에 보인 결과는 공사에 팽창材를 사용하는 경우 그 사용량이 30kg/m^3 内外 (소위 収縮補償콘크리트로서 잔금 發生防止를 目的으로 사용된다) 이라면 商標 또는 Lot가 相違하는 팽창材를 사용해도 콘크리트의 팽창率의 變動面에서는 차질이 없지만 사용량을 50kg/m^3 程度로 한 팽창콘크리트(소위 케미칼프레스트레스 콘크리트로 現在는 主로 工場製品으로 사용되어 있다)에 팽창材를 사용할 때에는 充分한 事前 調査研究에 의하여 팽창材의 사용량을 加減할 必要가 있다고 생각 된다.

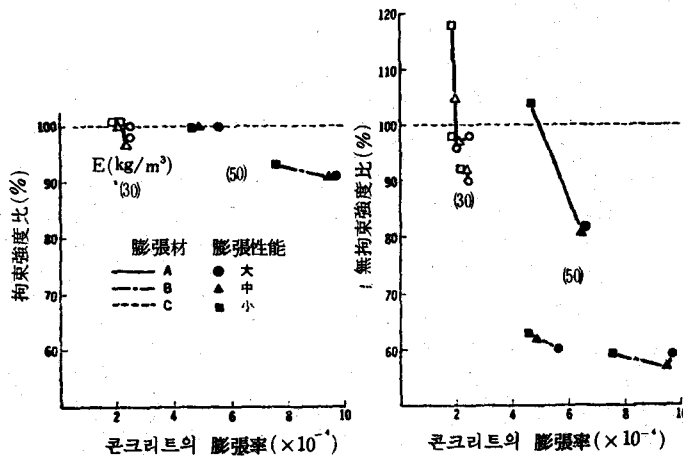
5. 膨脹材의 性能과 膨脹콘크리트의 強度性狀

膨脹콘크리트의 強度性狀은 普通콘크리트와 같이 水시멘트比에 의하여 影響되는 外에 그 콘크리트의 膨脹率에 따라서도 크게 影響을 받는다. 단지 여기에서 말하는 膨脹率이란 潛在 膨脹率을 말하며 膨脹性能(最近에서는 作業量이라든가 에너지를 以て 膨脹性能을 評價하게 되어 있어도,⁴⁾가령 拘束이 完全하고 外觀上의 膨脹이 없는 경우에는 強度低下가 적다는 것이 알려져 있다.⁵⁾ 故에 문에 膨脹콘크리트의 強度 試驗에 있어서는 普通 JIS 에 의한 方法은 水 시멘트比의 變化와 膨脹率의 變化의 兩者를 銳敏하게 檢出하고 型틀로 堅固하게 拘束한 供

試체에 의한 方法은 主로 水시멘트比의 影響에 의한 強度變化를 檢出하는 것이 된다. 그래서 여기에서는 上述한 兩者의 方法에 의하여 膨脹材의 膨脹性能이 이것을 사용한 콘크리트의 強度性狀에 미치는 影響을 檢討했다.

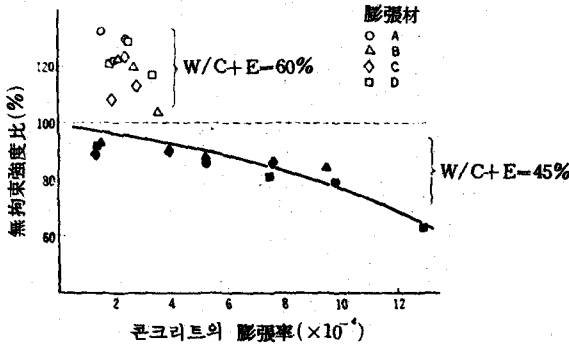
〈그림-7〉은 膨脹性能이 다른 膨脹材를 사용한 콘크리트의 強度性狀으로서 拘束 및 無拘束 壓縮強度 (材今 28日)를 프레콘크리트와의 比率로 보인 것이다. 左圖에 보이는 콘크리트의 膨脹率과 拘束強度比의 關係는 여기에서 말하는 膨脹率은 2.(2)2 에 보이는 一軸拘束供試체에 의한 膨脹率이며 型틀로 拘束된 供試체에 發生하는 것은 아니지만 膨脹率이 增大해도 若干 強度低下가 볼수있는 程度이며 膨脹材의 性能 差異의 影響이 안보인다. 그러나, 無拘束強度比에서 보면 콘크리트의 膨脹率이 增大하면 強度低下가 심하고 특히 膨脹材 B, C 種을 사용하여 單位膨脹材量을 50kg/m^3 로 할 경우에는 膨脹性能의 大小에 불구하고 극단적으로 低下하는 것을 알 수 있다.

다음에 〈그림-8〉은 膨脹率에서의 試驗과 같이 4種의 膨脹材와 한 種類의 普通 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우 콘크리트의 膨脹率과 無拘束強度比를 보인 것이다. 이 경우, 〈그림-7〉의 試驗結果와 달라 膨脹率과 強度低下의 傾向은 膨脹材의 商標에 의하지 않고 膨脹率에 의하여 거의 一義의으로 定해지는 것 같다. 이와같이 無拘束狀態에서 콘크리트를 膨脹



〈그림-7〉 콘크리트의 膨脹率과 強度性狀

시킨 경우 膨張콘크리트의 強度性狀은 膨張材의 性能 따라서는 이를 使用한 膨張 콘크리트의 膨張率에 의하여 크게 影響을 받고



〈그림-8〉 콘크리트의 膨張率과 強度性狀 (同一시멘트를 使用)

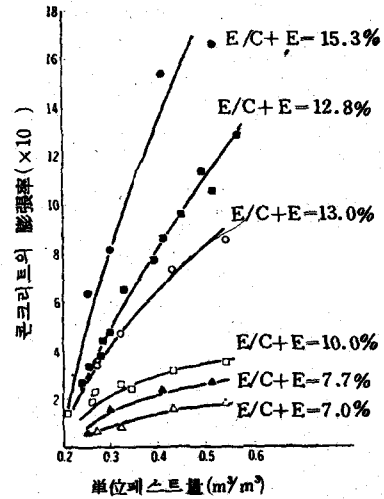
〈그림-8〉에 보이는 範圍에서는 膨張材의 種類의 影響을 안받는것이 表示 되어 있다.

이 밖에 〈그림-8〉에는 水시멘트比 (水結合材比)의 大小에 따라 콘크리트의 膨張率과 無拘束壓縮強度와 關係의 性狀이 다른것도 나타나 있다. 郎, 水結合材가 큰 경우에는 膨張材를 混合하지 않은 同一配合의 콘크리트의 強度보다 커지고 水結合材比가 작은 경우에는 작아지는 傾向이 나타나 있다. 이 理由는 확실하지는 않으나 膨張材의 強度發現性狀에의 奇與方法이 水結合材比의 大小에 따라 影響되는 것은 시멘트化學的으로는 어느 程度 理解되는 것이기도 하고 今後의 檢討가 바람직하다.

그러나 어느것이든지 〈그림-7〉, 〈그림-8〉을 比較하면 併用하는 시멘트의 品質이 膨張콘크리트의 強度性狀에 미치는 影響이 큰것은 明白한 일이며 적어도 單位 膨張量이 큰것으로 膨張材를 使用하는 경우에는 基本的인 생각의 變更 이룰데면 膨張시멘트의 市販등을 不得己 할 可能性을 보이고 있다.

6. 膨張콘크리트의 膨張特性 支配要因의 檢討

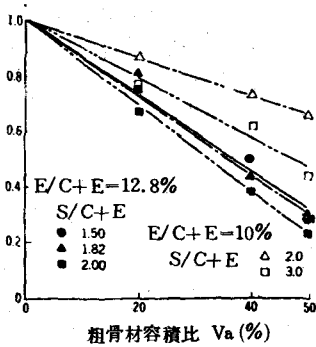
膨張콘크리트의 使用初期에 있어서는 膨張材의 使用量은 시멘트量 또는 (시멘트+膨張材)量에 對한 比率로 나타나 있다. 그러나 그 뒤의 研究⁶⁾에 의해 膨張材를 使用한 膨張콘크리트의 膨張量은 單位膨張材量과 線型的 關係를 가진것이 發見되어 現在로는 膨張材의 使用量은 單位膨張材量의 形態로 나타나는 일이 많아졌다. 따라서 膨張콘크리트의 品質管理上 管理의 重點을 膨張材의 管理에 두면 더욱더 效果的이라고 생각되지만 여기에서는 이와같은 予測을 保障할만한 資料의 集積을 目的으로 하여 몰탈 속의 單位膨張材量 및 組骨材의 容積比를 變化시킨 膨張콘크리트를 제작하여 膨張콘크리트의 膨張性能이 膨張材量, 페스트量, 몰탈량의 어느것에 起因하느냐를 檢討했다. 또한 膨張材는 A를 使用했다.



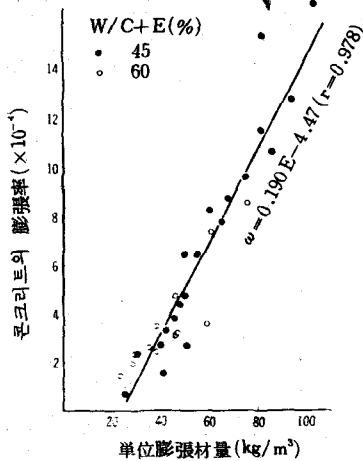
〈그림-9〉 單位페스트量과 콘크리트의 膨張率

(1) 配合의 相異가 膨張特性에 미치는 影響 膨張特性의 支配要因으로서 우선 單位페스트量과 膨張콘크리트의 拘束膨張率 (材令 7日)의 關係를 檢討하고 〈그림-9〉를 얻었다. 이 結果에서 膨張要素인 單位페스트量의 增大에 따라 膨張率도 增大하고 또 同一한 單位페스트量에서도 膨張材混入率(E/C+E)에 의하여 膨張率이 相異하는 것을 알수 있다. 〈그림-10〉은 單位몰탈量의 相異에 따른 影響을 보인 것이고 縱軸은 콘크리트의 膨張率과 몰탈의 膨張과의 比(ϵ_0/ϵ_m)로 하고 있지만 膨張率과 粗骨材容積比(V_a)와의 사이에는 直線關係가 成位하는것 같다.

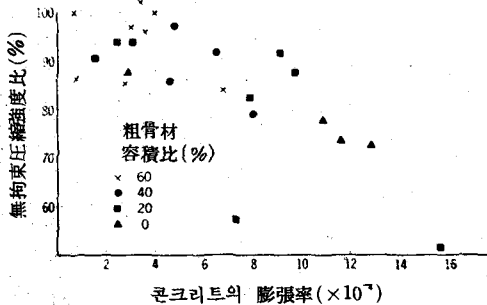
(2) 單位膨張材量과 膨張特性의 相異性



〈그림-10〉 粗骨材容積比와 拘束膨脹比



〈그림-11〉 單位膨脹材量과 콘크리트의 팽脹率



〈그림-12〉 콘크리트의 팽脹率과 無拘束壓縮強度比

試驗結果를 單位膨脹材量과 拘束膨脹率(材令 7日)과의 關係로 보면 〈그림-11〉과 같은 것이다. 兩者 사이에는 直線關係가 成立되어 있으며 相關係數가 0.978로 꽤 높은 相関性이 存在하는 것을 알 수 있으며 그 相関性은 拘束材令이 經過하는 만큼 良好하였었다. 또, 單位膨脹材量과 壓縮強度와의 關係는 單位膨脹材量의

增大에 따라 壓縮強度는 低下하는 傾向이 있으므로 〈그림-12〉에 拘束膨脹率과 無拘束壓縮比의 關係를 보였다. 이 그림에서 볼 수 있는 것처럼 單位膨脹材量이 그다지 크지않는 範圍에서는 拘束을 주지않어도 強度特性은 普通콘크리트와 同等 하지만 拘束膨脹率이 4×10^{-4} 以上이 되면 膨脹콘크리트의 無拘束壓縮強度는 普通 콘크리트의 90%以上은 期待할 수 없다고 생각된다.

이와같이 膨脹콘크리트의 膨脹性能및 強度性狀은 單位膨脹材量에 의하여 一義的으로 定해지는 것 같으며 膨脹콘크리트의 品質管理는 使用하는 膨脹材의 膨脹性能 또는 膨脹材量에 가장 注意할 必要가 있다는 것이 確認 되었다.

7. 맺 음

本研究는 膨脹材의 性能評價와 膨脹콘크리트의 品質에 關한 實驗的研究로서 土木學會 및 日本建築學會가 膨脹材 및 膨脹콘크리트의 共通試驗方法을 制定한 것을 機會로 試驗精度의 確認을 포함하여 行한 것이다. 今般의 實驗으로 얻어진 結果를 列記하면 다음과 같다.

- (1) 各種試驗方法의 試驗精度는 基長의 測定誤差 또는 供試體를 제작할 때 삼프링에 크게 影響되기 때문에 基長의 測定 및 삼프링에는 充分한 注意가 必要하다.
- (2) 膨脹材의 品質管理面에서는 Lot間에 바라키가 認定되며 또, 同一商標의 膨脹材라도 併用하는 시멘트의 商標에 따라 그 膨脹性能에 差異가 있는 것을 判明했다.
- (3) 膨脹콘크리트의 單位膨脹材量이 30kg/m^3 로는 이 實驗 範圍에서는 어느 膨脹材와 시멘트와의 混合이라도 膨脹率에 큰 差는 볼 수 없었다. 따라서 收縮補償콘크리트에 膨脹材를 使用하는 경우에는 膨脹材와 시멘트와의 “相性”에는 重點을 두지않아도 된다.
- (4) 膨脹콘크리트의 單位膨脹材量이 50kg/m^3 로는 膨脹材의 商標間에 의한 膨脹性能의 差 또는 膨脹材와 시멘트와의 混合에 의한 膨脹性能의 差등의 影響에 의하여 콘크리트의 膨脹特性에 큰 差가 보인다. 따라서,

케미칼프레스트제스트콘크리트에 팽脹材를 사용하는 경우에는 事前에 充分한 調査研究을 하고 膨脹材와 그에 사용하는 시멘트를 適切히 選定하고 또한, 充分한 品質管理를 할 必要가 있다.

(5) 膨脹콘크리트의 強度性狀은 無拘束에 의한 壓縮強度는 膨脹率의 增大에 따라 直線的으로 強度低下를 나타내지만 拘束養生에 의한 壓縮強度는 膨脹率의 增加와는 그다지 關係없고 膨脹率이 10×10^{-4} 로 約10%의 強度低下를 보일 程度이다.

또한, 本研究를 함에 있어서 資料를 提供하여 주신 膨脹材製造会社 또, 實驗에 있어서 協力하여 주신 関西電力(株), 膨脹性시멘트混和材協會 및 建設省建築研究所第2研究部·赤石 博技官의 各位에게 人事말씀을 올리는 바이다.

参考文献

- 1) 土木学会콘크리트運營小委員會, 日本 建築学会 材料施工委員會第一分科會, 膨脹콘크리트의 試驗方法(案)에 대하여 콘크리트工學 Vol. 15, No. 8, 1977.
- 2) 日本建築学会, 膨脹材를 사용하는 콘크리트의 調合設計·施工指針案.
- 3) 長滝, 高田, 膨脹콘크리트의 品質管理에 關한 實驗的研究, 東工大土木工學科研究報告 No. 23, 1978, 6.
- 4) 長滝, 辻, 最近에 있어서의 膨脹콘크리트의 研究와 實用例의 動向, 土木學會誌 1975. 6.
- 5) 國分 外, 膨脹性시멘트의混和材를 사용한 콘크리트의 標準試驗方法에 關한 研究, 土木學會 論文報告集 第225号, 1974. 5.
- 6) 門司 外, 膨脹材를 사용하는 콘크리트의 配合設計에 關한 研究, 시멘트技術年報 X X V, 1971.

나라를 사랑하는 國民이 되기 위해서는 올바른 民族觀, 國家觀이 확립되어 있어야만 하며, 또한 조국의 번영을 위해 일할 수 있는 人材가 되려면 생산적이고 건설적인 行動哲學이 확립되어 있어야만 합니다.

— 大統領閣下 語錄에서 —