

各國 標準規格에 따른 시멘트 強度 比較 實驗

Comparison of Cement Strength According to Standard Units

김 남 호*
Kim, Nam Ho

정 재 동**
Jaung, Jae Dong

이 한 봉***
Lee, Han Bong

ABSTRACT

In order to evaluate the difference of testing results in the standards on the compressive strength of various countries, we have compared the testing results of the compressive and flexural strength, one of the most important properties of cement, obtained on the various standards(KS, JIS, BS, ASTM) and the statistical method was used to evaluate the results.

I. 序論

最近, 시멘트 콘크리트 등의 建設業 全般에 걸쳐 外國과의 交流가 빈번해 짐에 따라 相互 研究開發 結果 혹은 實務上의 많은 結果들 을 서로 共有하고 關聯 結果를 引用하는 機會가 많아지게 되었다.

그러나 建設 材料의 가장 基本이 되는 시멘트의 強度試驗에 있어서 各國이 서로 다른 使用材料(특히, 標準砂), 試驗方法, 養生條件, 配合條件하에서 實驗을 行함으로써, 서로간의 結果를 共有 혹은 比較 使用시, 勿論 困難한 것이 現實이다.

따라서 本 研究는 國內에서 生産되는 시멘트의 物性(壓縮強度, 曲強度)이 外國 試驗規格(JIS, BS)에 의하여 行해졌을 때 韓國 標準規格(以下 KS)과는 어떤 相關關係를 가지는 지에 대한 一聯의 比較實驗을 통한 實驗的 研究이다.

II. 實驗計劃 및 方法

1. 使用材料

1.1 시멘트

國內 生産 普通포틀랜드 시멘트로서 強度의 차를 주기 위하여 수차에 걸쳐 임의로 採取하였고, 시멘트 風化등으로 인한 誤差를 除去해 주기 위하여 試料採取 10일 이내 實驗을 行하였다.

표-1. 시멘트의 化學組成(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
20.61- 21.84	5.40- 6.16	2.89- 3.17	61.94- 63.52	2.48- 3.01	2.41- 2.49
Na ₂ O	K ₂ O	lg. loss	f-CaO	SM	IM
0.03- 0.05	0.92- 1.18	0.53- 1.50	0.73- 1.16	2.31- 2.60	1.79- 2.10

표-2. 시멘트의 物理的 性質

Blaine (cm ² /g)	44 _μ (%)	88 _μ (%)	初結 (min)	終結 (min)
3,078- 3,499	10.4- 13.2	1.2- 2.5	155- 263	266- 400

표-3. 壓縮強度用 標準砂의 各國規格

規格名 項目	KS		BS		JIS	
	590	297	1,000	710	297	105
粒徑 (μ)						
殘分 (%)	1.0 以下	95.0 以下	全量 通過	1.0 以下	1.0 以下	95.0 以上

표-1, 표-2는 採取試料의 化學組成 및 物理的 性質을 나타낸 것이다.

1.2 混合水

普通의 上水道原을 使用(pH 8).

1.3 細骨材

細骨材는 各國의 標準規格에 맞는 標準砂를 外國에서 輸入하여 實驗에 使用하였다. 그리고 시멘트 強度 試驗用 標準砂의 各國 標準規格은 표-3에, 試驗에 使用한 標準砂의 粒度 分布를 표-4에 나타냈다.

* 단체회원 동양시멘트 기술연구소 주임연구원
** 정회원 同, 선임연구원, 공박
*** 단체회원 同, 책임연구원

2. 實驗方法

2.1 實驗順序

採取된 시멘트 試料은 各國規格 混合比에 따라 計量, 混合한 다음 KS 및 JIS는 flow 試驗을 行한후 試驗體를 成形하여 恒溫 恒濕槽에 投入한다. JIS 공시체는 5 時間以上 經過後 恒溫恒濕槽에서 끄집어내어 Capping한 다음 恒溫恒濕槽에 재투입한다.

공시체 成形후 24時間이 經過하면 모든 공시체는 恒溫 恒濕槽에서 꺼내어 成形用 물드를 除去한 다음 養生水槽에 넣는다. 養生水槽에서 소오材순에 이르면 壓縮強度 試驗을 實施하나 JIS에 있어서는 曲強度 測定후, 測定한 공시체를 使用 그림 1과 같은 機構로 壓縮強度를 測定한다.

2.2 實驗方法

2.1과 같은 實驗順序에 準하이 種類別로 採取한 試料을 총 40회 實施하였다. 各國 標準

規格에 나타낸 주요 實驗方法을 열거하면 표-5와 같다.

표-4. 各國 標準砂 粒度分布 實驗(殘分 %)

規格名 체(μ)	KS	BS	JIS
1,000	0.00	0.00	0.00
850	0.00	0.45	0.00
710	0.00	5.59	0.00
600	0.20	81.71	0.00
500	18.87	96.78	0.00
425	65.92	99.81	0.00
355	89.26	99.89	0.03
300	98.02	99.97	0.07
250	99.26	100.00	15.01
212	99.57	100.00	44.76
180	99.86	100.00	78.27
150	99.92	100.00	96.79

표-5. 各國 主要 實驗方法 規格

區分 \ 規格名	KS	BS	JIS
成形用 물 規格 (mm)	50±0.50 *50±0.50 *50±0.50	70.7±0.10 *70.7±0.10 *70.7±0.10	40±0.20 *160±1.00 *40±0.10
實驗溫度 및 濕度	實驗室 溫度: 20~27.5 °C 濕度:50%以上 混合水, 恒溫恒濕槽 養生水槽:23±2 °C 恒溫恒濕槽 濕度: 90%以上	實驗室 溫度: 20±2 °C 濕度:65% 恒溫恒濕槽, 養生水槽 恒溫恒濕槽 濕度:90% 以上	實驗室 溫度: 20±3 °C 養生水槽 溫度: 20±2 °C 恒溫恒濕槽 溫度: 20±3 °C 恒溫恒濕槽 濕度: 80%以上
試驗體數	各 材순에 대하여 3 개以上씩 製作	各 材순에 대하여 2 개 以上씩 製作	各 材순에 대하여 3개 以上씩 製作
配合주도 및 물달 配合比	시멘트:標準砂:混合水 1 : 2.45 : 0.485 760g : 1,862g : 369cc	시멘트:標準砂:混合水 1 : 3 : 0.4 185g : 555g : 74cc	시멘트:標準砂:混合水 1 : 2 : 0.65 520g : 1,040g : 338cc
試驗體成形	flow試驗이 끝나면 즉시 물달을 混合용 기에 넣어 15秒間 반죽, 2分 15秒 內 試驗體 成形	Vibrating Machine 利用, 120±5秒 동안 振動에 의해 다짐	틀기봉을 使用 다진 후 恒溫 恒濕槽에 投入 5 時間以上 經 過後 빼내어 Straig- ht edge로 밀어 平面 으로 만듦
強度 試驗法	저장수에서 들어올린 후 實施, 예상 하중 이 1,350kg 以上의 試驗體는 最大 하중 을 견딜 때까지, 時 間은 20秒 以上 80秒 以內에 應도 載荷 速度를 가함	저장수에서 들어올린 후 實施, 351.5kg/ cm ² 의 速度를 가 함. 3일 材순:151kg/cm ² 以上 7일 材순:239kg/cm ² 以下	曲強度 測定 직후 질 단된 시험체를 壓縮 強度 파괴용 기구를 차용하여 시험체 양부에 各 80kgf (785N)의 比率로 荷 重을 가함

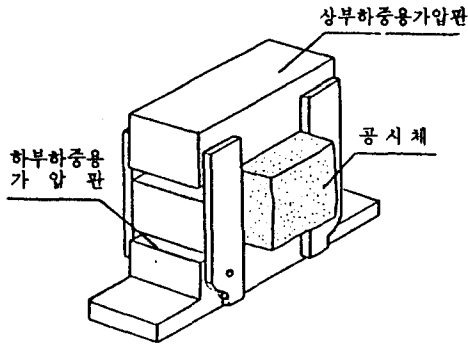


그림 1 JIS 압축강도 파괴용 기구

표-6. 平均強度차와 95% 신뢰구간 (단위: Kg/cm²)

材 質 比 較	3日	7日	28日	實 驗 횟 수
KS-BS	51±5	71±7	86±4	40
BS-JIS	128±15	131±8	104±9	40
KS-JIS	76±7	60±5	18±4	40

Ⅲ. 實驗結果 및 考察

이상의 시험으로부터, BS규격 試驗體의 28일 압축강도는 最小 426kg/cm²에서 最大 536 kg/cm² 사이에 分布하여 각국 規格 試驗體중 가장 높은 強度 分布를 보이고 있으며 KS規格 試驗體의 境遇는 345kg/cm²에서 457kg/cm² 사이에 分布하여 BS보다는 낮은 壓縮 強度 分布를 보인다. 또한 JIS規格 試驗體는 325 kg/cm²에서 424kg/cm² 사이에 分布하여 각국 規格중 가장 낮은 強度를 나타내고 있다.

그리고 各國規格 試驗方法에 의한 재령 3일, 7일, 28일에서 各國規格別 強度치 相互間의 平均 強度차 및 95% 신뢰구간을 구하면 표-6과 같다.

本實驗의 Data 해석은 直線回歸式이 가장 적합했다. 回歸式의 분포정도는 양호한 편이었으며 소오재령 各各에 대한 것 보다는 재령에 관계없이 Data를 해석했을 때가 상관성이 훨씬 양호했다. 그러나 JIS 곡강도는 겉정계수가 그외의 것에 비해 다소 낮은 결과를 나타내고 있다.

또한 本實驗의 주된 結果는 그림 2~5에 나타난 바와 같다.

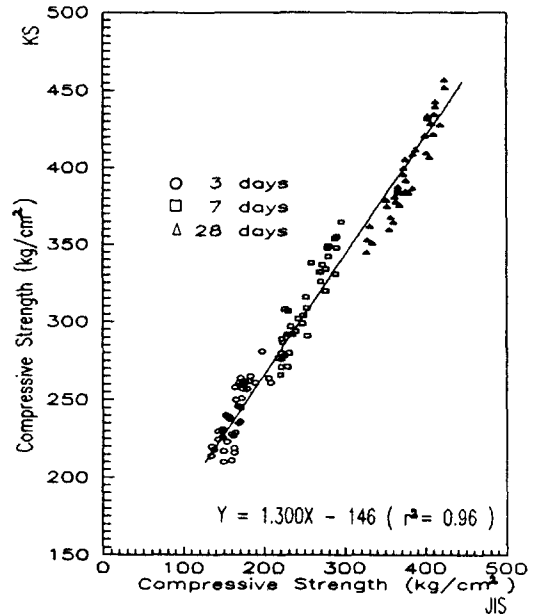


그림 2 COMPARISON OF CEMENT MORTAR STRENGTH.

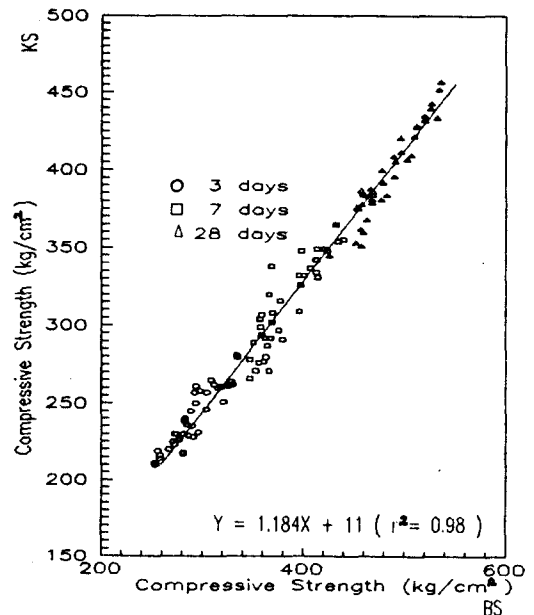


그림 3 COMPARISON OF CEMENT MORTAR STRENGTH.

IV. 結論

표-6 에 나타난 結果와 같이 각 試驗方法別 強度에 차이가 나타난 理由는 우선,

- 1) 물 시멘트比 (BS:KS:JIS=0.4:0.485:0.65) (wt %)
- 2) 單位 시멘트량 (표-5 參照)
- 3) 다짐 方法 및 養生條件 (표-5 參照)
- 4) 單位 細骨材量 및 骨材 粒度分布 差異
- 5) 各 시험체의 크기 및 試驗方法 등의 相傳로 인한 것으로 사료되며, 각국 標準規格으로부터 구해진 強度 相互間의 關係는 그림 2, 그림 3, 그림 4 및 그림 5에 나타난 바와 같이, 直線回歸의 明確한 相關關係를 보이고 있다.

따라서 KS(4ASTM), JIS, BS 各各의 方法으로 얻어진 結果들의 相互比較가 可能해진다.

本 研究結果로부터 이제까지 直接的인 比較가 不可能했던 各國間의 實驗結果가 上述한 相關關係로부터 比較가 可能해짐으로 시멘트 輸出시의 試驗成績, 各種 建設現場에 있어서의 試驗結果 혹은 各國에서 獨自의 試驗하여진 많은 研究結果들을 서로 共有하는 것이 可能해질 것으로 사료된다.

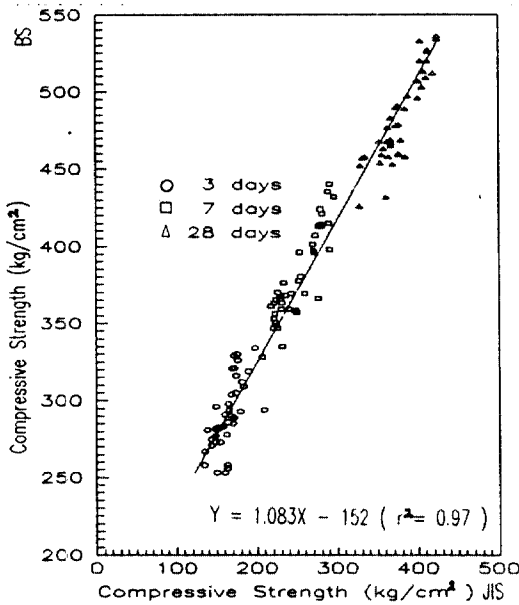


그림 4 COMPARISON OF CEMENT MORTAR STRENGTH.

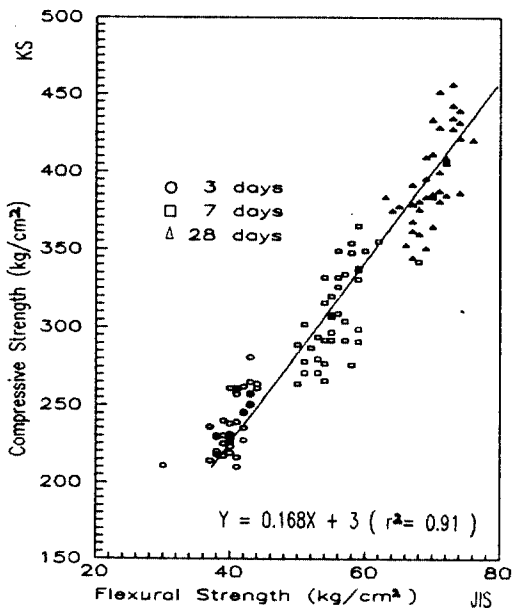


그림 5 COMPARISON OF CEMENT MORTAR STRENGTH.