

# 美國 시멘트의 壓縮強度 調査結果

李 承 訓(譯)

〈韓國洋灰工業協會 技術課〉

## 1. 요약

ASTM C1 (시멘트) 위원회 산하 C01.27(시멘트 규격분과) 위원회는 1989년에 포틀랜드 시멘트(C150), 혼합 시멘트(C595), 메이슨리 시멘트(C91)의 규격개정에 따른 확인절차로서 1964년 실시한 이래 처음으로 미국에서 생산되는 시멘트의 압축강도 통계자료 조사를 실시한 바 있다.

본고에서는 128개 생산자에게 동규격에 준한 설문양식을 우송하여 98개 생산자로부터 회신받은 바를 취합, 90년 12월 소위원회 회의에서 보고되기까지의 그 조사과정과 결과를 소개코자 한다.

## 2. 조사 방법

조사대상인 미국내 시멘트 생산공장 목록은 PCA(미국시멘트협회)로부터, 주소는 CCRL(시멘트·콘크리트 표준연구소)로부터 제공받았다.

시멘트 생산자에게는 다음과 같은 자료를 요청하였다.

- ① ASTM 규격에 준하는 시멘트로서 1년 이상 시험한 모든 시료의 압축강도 시험결과에 대한 평균 값을 1, 3, 7, 28일로 분류할 것.
- ② 각 시멘트는 포틀랜드 시멘트(C150), 혼합 시멘트(C595), 메이슨리 시멘트(C91)의 ASTM 시험방법으로 분류하여 시험할 것.
- ③ 각 분류된 시멘트를 type별로 세분할 것 : 포

틀랜드 시멘트는 I, IA, II, IIA, III, IIIA, V가, 메이슨리 시멘트는 M, S, N이, 혼합 시멘트는 Type IP가 보고되었다.

- ④ 각 시멘트에 대한 임의 요구사항(Optional requirements)을 명기할 것 : 동사항과 관련, 포틀랜드 시멘트는 <表-2>에, 혼합 시멘트는 <表-2> IP(MS) 하단에 표기되어 있음.
- ⑤ 시험한 각 시멘트의 시료수를 기록할 것.

시멘트 종류별 평균 압축강도 총괄

<表-1>

종 류	시험실수	1일	3일	7일	28일
포틀랜드 시멘트(C150)					
I	97	141	248	323	423
IA	29	117	193	248	327
II	89	123	226	300	416
II A	2	91	178	233	345
III	71	239	350	415	494
III A	2	244	298	344	399
V	16	109	209	284	414
메이슨리 시멘트(C91)					
M	24	-*	157	199	243
N	57	-	76	92	113
S	48	-	143	177	211
혼합 시멘트(C595)					
IP	9	133	237	314	423

註 : \* 규격이 2일 강도이기 때문에 1일 강도 결과는 없음.

CCRL(시멘트·콘크리트 표준연구소)는 생산자로부터 완전한 조사결과를 접수한 후 생산자의 신뢰성 보전을 위해 데이터수를 할당하여 통계분석을 실시하였다.

그 요약된 결과는 표와 그림에 나타나 있다.

### 3. 조사 결과

각 시멘트 종류별 데이터군에 대한 평균 값은 각 공장에서 보고된 평균 압축강도를 합하여 공장수로 나누었으며 종류별 평균 값에 할당시료수에 의한 가중치는 적용하지 않았다.

어느 데이터가 한가지 이상의 종류에 해당되면 각 종류마다 데이터를 적용했는데 실례로 Type I - II의 평균 값은 Type I과 Type II군 양쪽 모두에 적용하였다.

〈表-1〉은 ASTM 규격에 따라 취합된 압축강도 결과로서 각 규격별 시멘트의 종류, 시험공장수 그리고 1, 3, 7, 28일 평균 압축강도를 나타낸다.

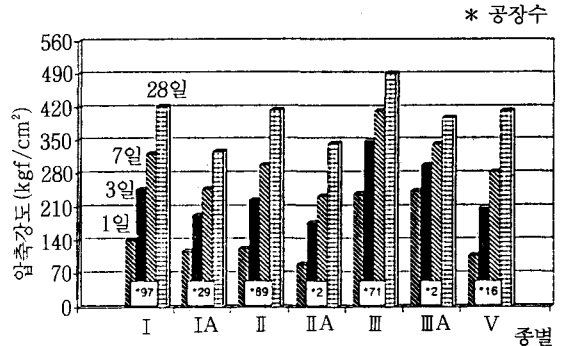
C91 규격에서는 모르타르 시편을 혼합한 후 최소한 48시간 동안 몰드내에서 양생토록 규정하고 있기 때문에 1일 강도 시험결과는 어느 곳에서도 보고되지 않았다.

공장에서 보고된 임의 요구사항에 대한 시험결과는 〈表-2〉와 같으며 〈表-1〉 자료는 〈그림-1~3〉에 그래프로 나누어, 〈그림-1〉은 포틀랜드 시멘트(C150), 〈그림-2〉는 메이슨리 시멘트(C91), 〈그림-

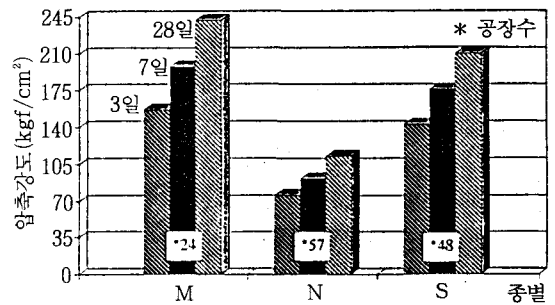
3〉은 혼합 시멘트(C595)에 대한 것을 나타냈다.

〈그림-1〉에 각 시험재령별 평균강도가 막대로 표시되어 있다. 각각 4개씩의 막대로서 포틀랜드 시멘트의 종류를 X축에 열거했고 Y축은 평균 압축강도이다.

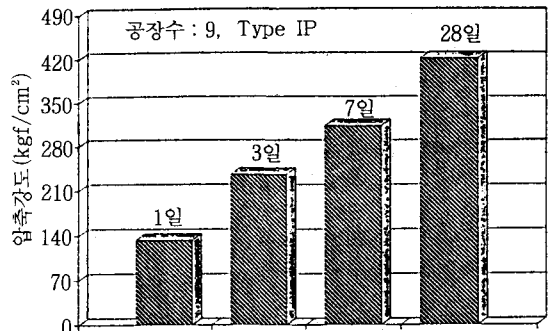
〈그림-2〉는 메이슨리 시멘트에 대한 그림으로서 전술한 바와 같이 양생조건에 1일 강도 규정이 없으므로 이를 제외하고는 〈그림-1〉과 같은 형태이다.



〈그림-1〉 포틀랜드 시멘트(C150) 평균 압축강도



〈그림-2〉 메이슨리 시멘트(C91) 평균 압축강도



〈그림-3〉 혼합 시멘트(C595) 평균 압축강도

임의 요구사항(Optional requirements)에 대한 평균 압축강도

〈表-2〉

종 류	시험실수	1일	3일	7일	28일
포틀랜드 시멘트(C150)					
I-LA <sup>1)</sup>	16	129	238	311	413
II-LA	28	126	230	300	413
II-HH <sup>2)</sup>	5	81	160	231	375
III-LA	9	224	338	405	487
V-LA	4	102	210	285	430
혼합 시멘트(C595)					
IP-MS <sup>3)</sup>	3	137	247	337	435

註: 1) 저알칼리형. 2) 수화열 규정 있음. 3) 중용열 내화 산업시멘트.

압축강도 데이터 요약

<表-3>

① 포틀랜드 시멘트(C150)

종 류	항 목	시험실수	1일	3일	7일	28일
I	평균		141	248	323	423
	최 소		98	199	257	345
	최 대	97	229	330	426	522
I-LA	평균		129	238	311	413
	최 소		107	199	257	358
	최 대	16	172	304	381	477
I A	평균		117	193	248	327
	최 소		79	160	213	274
	최 대	29	179	229	275	368
II	평균		123	226	300	416
	최 소		70	130	181	339
	최 대	89	187	328	426	508
II-LA	평균		126	230	300	413
	최 소		70	130	181	358
	최 대	28	172	307	381	477
II-HH	평균		81	160	231	375
	최 소		70	130	181	360
	최 대	5	94	209	278	395
II A	평균		91	178	233	345
	최 소		79	160	214	322
	최 대	2	103	196	252	368
III	평균		239	350	415	494
	최 소		160	281	349	433
	최 대	71	342	440	503	602
III-LA	평균		224	338	405	487
	최 소		160	289	367	459
	최 대	9	255	380	451	554
III A	평균		244	298	344	399
	최 소		236	282	327	390
	최 대	2	253	315	361	408
V	평균		109	209	284	414
	최 소		83	153	235	363
	최 대	16	171	288	349	497
V-LA	평균		102	210	285	430
	최 소		92	193	269	408
	최 대	4	116	223	311	461

② 혼합 시멘트(C595)

종 류	항 목	시험실수	1일	3일	7일	28일
IP	평균		133	237	314	423
	최 소		104	192	267	360
	최 대	9	160	286	409	487
IP-MS	평균		137	247	337	435
	최 소		104	214	284	390
	최 대	3	159	286	409	487

③ 메이슨리 시멘트(C91)

종 류	항 목	시험실수	3 일	7 일	28 일
M	평균		157	199	243
	최 소		125	148	176
	최 대	24	215	255	309
N	평균		76	92	113
	최 소		40	52	57
	최 대	57	163	188	229
S	평균		143	177	211
	최 소		101	123	156
	최 대	48	215	302	309

<그림-3>은 혼합 시멘트에 대한 평균 압축강도로써 여기서는 IP형만 나타났다.

<表-2>는 포틀랜드 시멘트와 혼합 시멘트의 임의 요구사항에 대한 시멘트의 평균 압축강도이며 <表-3>은 시멘트 종류별 데이터군 전체를 요약한 것이다.

이에는 평균, 최소 값, 최대 값, 시험실수 등이 나와 있다(PSI 단위를 MKS 단위로 환산하였음).

## 4. 결 론

본 조사는 ASTM 규격에 따르는 미국 시멘트의 압축강도에 대한 유일한 것으로서 이러한 조사를 통해 시대변화에 따른 시멘트 강도의 변화라는 귀중한 자료로서 가치가 있을 것으로 본다. 또한 이를 통해 시멘트 물리성능 규격을 다루는 ASTM C1 위원회의 활동과 규격개발에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 본다. ▲

<資料 : CCA Vol. 14 No. 2, ASTM 1992>