

S.E.C 콘크리트의 특성과 展望

伊東靖郎¹⁾, 辻 正哲²⁾
加賀秀治³⁾, 山本康弘⁴⁾

金 昌 峰 (譯)

〈韓國科學技術情報센터 技術研究員〉

I. 머리 말

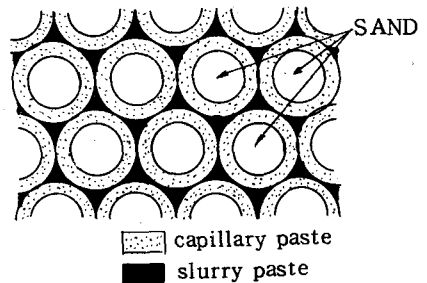
콘크리트는 지금까지 bleeding의 발생이나 骨材의 分離 또는 凝結時의 體積減少(沈降)를 피할 수 없어서 이에 의한 品質低下를 면하기 어려웠다. 또한 모래의 表面水率이 다름에 따라 콘크리트의 流動性이나 品質이 변동하여 生産工程의 실질적인 近代化가 늦어졌다. S.E.C 콘크리트 工法은 이와 같은 콘크리트 産業의 필연적인 要求로부터 개발된 것이다. 먼저 변동이 심한 모래의 表面水率을 sand controller에 의해 일정하게 되도록 처리한 다음 造殼混練하여 모래, 자갈의 表面을 水시멘트比가 작은 시멘트 페이스트의 皮殼으로 둘러싸고 이에 나머지의 물을 가해 流動性이 좋은 콘크리트로 만듦으로써 모래의 表面水率이 다름에 따라서 생기는 콘크리트의 品質變動을 적게 할 수 있고 bleeding이나 骨材의 分離, 體積減少(沈降) 및 壓縮強度 등에 있어 우수한 콘크리트를 얻을 수 있다.

앞으로 이 S.E.C 콘크리트 工法이 土木·建築의 각 분야에서 實用化됨에 따라 構造物의 品質向上, 콘크리트의 施工性向上, 콘크리트 製造時의 品質向上 및 資源의 有效利用 등 여러가지 면에서 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

II. S.E.C 콘크리트의 基本原理

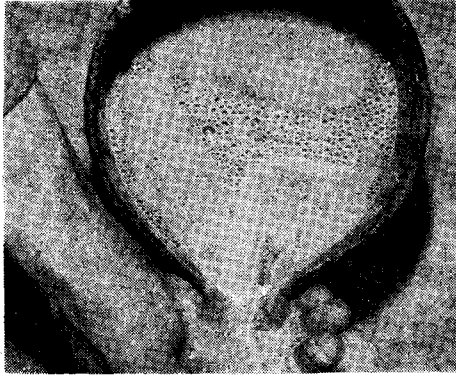
S.E.C 콘크리트란 Sand Enveloped with Cement의 略語로서 몰탈 또는 콘크리트 중의 骨材가 <그림-1>과 같이 水시멘트比가 작은 시멘트 페이스트의 皮殼으로 싸여진 상태의 콘크리트이다.

일반적으로 후레시 몰탈이나 후레시 콘크리트에서는 모래의 表面水率의 다름이나 混練方法의 다름에 따라서 그 성질이 상당히 다르다. 예를 들면 모래의 表面水가 거의 없는 表面乾燥狀態에서 몰탈을 混練시킨 경우에는 <사진-1>과 같이 混練直後부터 작은 氣泡가 内部에 발생하면서 bleeding水가 浮上한다. 더우기 몰탈 容器의

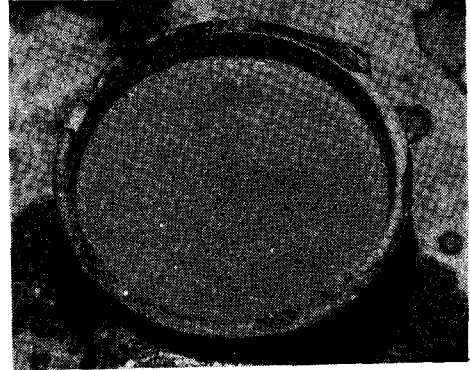


〈그림-1〉 S.E.C 콘크리트의 모델

註: 1) 리브콘엔지니어링(株)取締役社長 2) 東京理科大学理工學部土木工學科講師·工博
3) 大成建設(株)技術研究所建築擔當部長·工博 4) 大成建設(株)技術研究所材料研究室主任研究員·工博



〈사진-1〉 몰탈의 분리 상태



〈사진-2〉 S. E. C 몰탈의 상태

底部에는 분리·沈降된 모래가 堆積된다.

S.E.C 콘크리트는 모래의 表面水率을 적절한 다음 시멘트와 混練시켜 모래의 表面에 시멘트의 粒子를 附着시켜 造粒하여 水시멘트비가 작은 皮殼을 형성시킨 것으로서 이 水시멘트비를 15~35% 정도로 調節한 다음 물을 添加해 流動性이 좋은 콘크리트의 상태로 하여도 皮殼이 流出되지 않고 남아있으며 전체로서 <그림-1>과 같은 상태가 된다. 이와 같은 콘크리트는 bleeding 水を 모래 粒의 皮殼이 가두어 실질적으로 그 발생을 막고 또한 이 皮殼이 모래의 分離·沈降에 대한 抵抗을 크게 하여 骨材의 分離·沈降을 적게 한다.

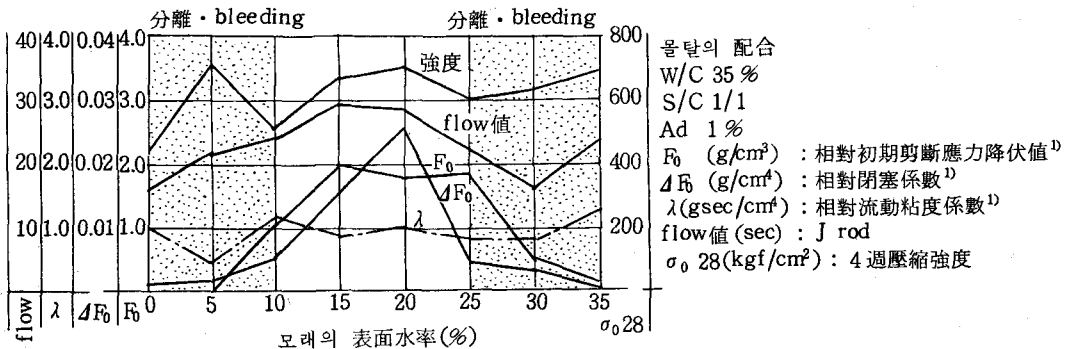
<사진-2>는 S.E.C 方式으로 混練시킨 몰탈의 狀況을 나타낸 것인데 bleeding도 없고 모래의 分離도 전혀 없다.

모래의 表面水率과 몰탈의 相對流動性¹⁾, 分離, bleeding의 程度 및 強度와의 關係를 조사하면

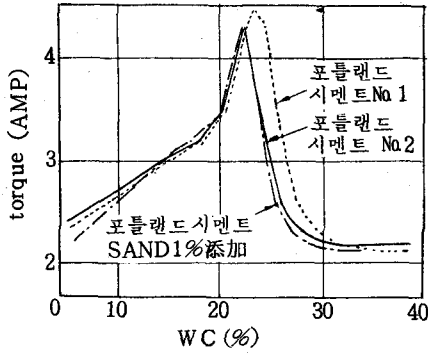
<그림-2>와 같은데 表面水率 20%일 때 強度가 가장 높다. 이로부터 造殼混練하는 모래의 表面水率は 15~25%의 범위가 되도록 하는 것이 적당하다(이 경우 시멘트/모래比는 1/1이다)

<그림-3>은 시멘트 粉體에 물을 가할 경우의 混合 torque를 所要電流로서 測定한 것인데 시멘트 粉體에 물을 가해감에 따라 混合 torque가 점점 增大하여 시멘트 粉體와 물의 混合比率이 22%일 때 混合 torque가 가장 크고 30%를 넘으면 급격히 低下됨을 보이고 있다.

이것을 레오로지의 說明하면 <그림-4>와 같이 시멘트 粉體에 물을 添加해감에 따라 (b)와 같은 pendular의 狀態를 거쳐 (c)와 같은 funicular의 狀態가 되며 이에 더욱 물을 가하면 内部에 氣泡가 전혀 없는 (d)의 capillary 狀態가 되어 粉體 사이의 表面張力이 가장 커진다. 더욱 물을 가하면 (e)의 slurry 狀態가 된다. S.E.C 콘크리트는 모래의 粒을 그 capillary 狀의 시



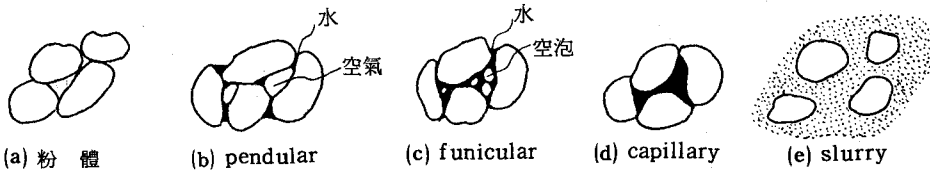
〈그림-2〉 모래의 初期表面水率과 몰탈의 性狀



〈그림-3〉 시멘트 페이스트의 torque 値

멘트·水 混練物로 造殼한 콘크리트이다. <사진-3>의 (A), (B)는 造殼된 모래와 그렇지 않은 것을 顯微鏡寫眞으로 비교한 것이다.

S.E.C 콘크리트는 모래나 자갈을 이와 같이 水시멘트비가 작은 皮殼으로 둘러싼 것이므로 모래의 分離가 적을 뿐만 아니라 粗骨材의 分離, 沈降이 적고 또한 骨材와 페이스트의 附着強度가 좋기 때문에 壓縮強度도 비교적 높고 強度의 變動도 적다. <사진-4>의 (A), (B)는 配合이 같은 모래의 윗면에 작은 구슬을 올려놓은 경우의 性狀으로서 S.E.C 콘크리트의 경우가 콘크리트 중의 粗骨材의 沈降이 적음을 나타내고 있다.



〈그림-4〉 S.E.C 콘크리트의 造殼形體



〈사진-3(A)〉 造殼되지 않은 모래(약 50倍)



〈사진-3(B)〉 造殼된 모래(약 50倍)

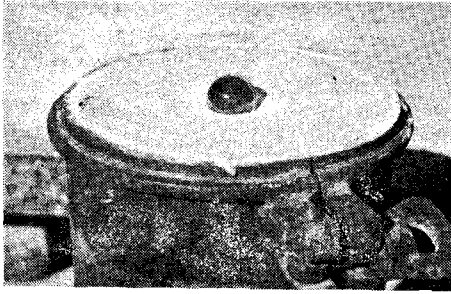
Ⅲ. S.E.C 콘크리트의 製造

1. S.E.C 콘크리트의 混練順序

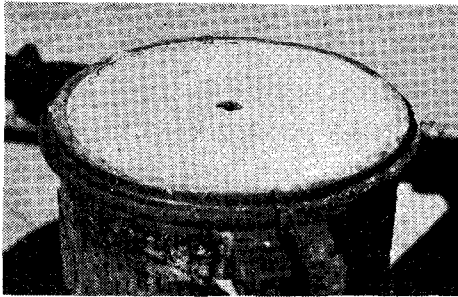
S.E.C 콘크리트는 실제로 <그림-5>와 같은 순서에 따라 混練시킴으로써 얻어진다. 즉 먼저 모래의 表面水率을 어떤 일정한 값이 되도록 sand controller에 의해 調整한 다음 表面水率이 所定の 값이 되도록 調整水(W_1)를 添加하여 混練하면서 동시에 粗骨材도 投入한다. 그 다음 시멘트를 投入하여 混合·造殼하면 骨材의 둘레에 시멘트 페이스트의 皮殼이 形成된다. 이 皮殼의 水시멘트비는 15~35%가 되도록 한다. 마지막으로 나머지 混練水(W_2) 및 필요한 減水劑를 添加하여 混練한다. 이상의 과정을 거쳐 S.E.C 造殼 콘크리트를 얻을 수가 있다.

2. Sand controller

Sand controller는 飽水狀態의 모래를 짧은 시간내에 일정한 含水率이 되도록 할 수 있는 裝置이다. 處理 前後의 表面水率 關係는 일반적으



〈사진-4(A)〉 S.E.C 물탈에 있어서
粗骨材(구슬)의 沈降性

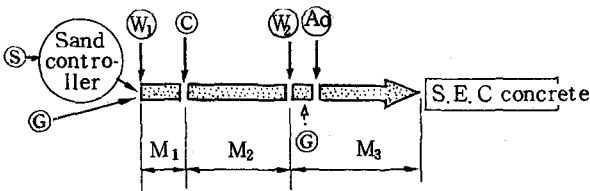


〈사진-4(B)〉 보통 물탈에 있어서 粗骨材
(구슬)의 沈降性

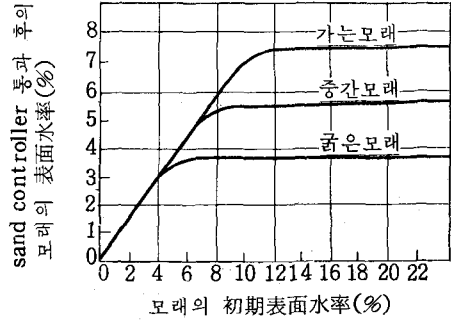
로 <그림-6>과 같은데 모래의 종류나 粒度가
일정한 경우로서 處理前의 모래가 충분히 濕潤
狀態이면 處理된 모래는 거의 일정한 表面水率
이 된다.

또한 이 Sand controller는 處理時 짜나오는
물에 의해서 鹽分을 취하여 제거하는 역할도 한
다. <그림-7>은 Sand controller에 의한 바
다모래의 處理前과 處理後의 鹽分含有量 차를
나타낸 것인데 모래 1m³當 30~40ℓ의 물을
撒水하기만 하면 모래의 鹽分含有量을 1/3 ~
1/4 감소시킬 수 있다.

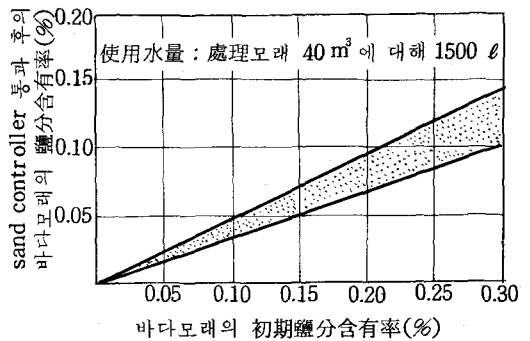
최근에는 바다모래 외에 산모래나 부순모래를
사용하는 일이 많은데 Sand controller는 이러



〈그림-5〉 S.E.C 造殼 콘크리트의 製造工程



〈그림-6〉 Sand Controller에 의한 모래의
表面水率處理性能



〈그림-7〉 Sand Controller에 의한 바다모래의
鹽分處理性能

한 모래의 泥分도 제거할 수 있다. 이와 같이
Sand controller를 活用함으로써 콘크리트의 品
質向上은 물론 天然資源의 有效利用에도 큰 도
움을 줄 수 있다.

현재 開發되어 있는 콘크리트用 Sand contro-
ller는 <사진-5>와 같은 것이 있는데 모래
의 處理能力은 40 m³/hr이다. 그밖에 20 m³/hr
및 10 m³/hr인 것도 開發되어 있다.

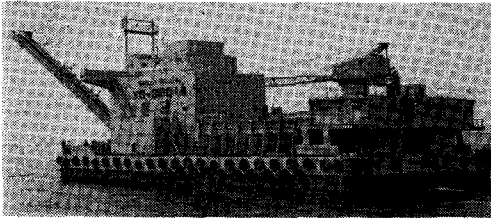
3. S.E.C 콘크리트用 믹서

S.E.C 콘크리트는 Sand controller와 믹서에
따르는 바가 크다. S.E.C 混練에 적합한 믹서
로서는 水平式 強制攪拌믹서, 垂直式 強制믹서
및 連續믹서 등이 있다. 傾斜믹서는 造殼混練에
는 불충분하다.

이러한 믹서는 日本의 경우 큰 機械메이커(日
本 S.E.C 콘크리트 機械協會所屬)에서 현재
연구개발되고 있는데 太平洋金屬(株)의 水平式



〈사진-5〉 Sand Controller (40 m³/hr)



〈사진-6〉 S.E.C 콘크리트船 (110 m³/hr)

2段믹서, (株)北川鐵工所나 光洋機械産業(株)의 垂直式 2軸믹서도 良好하다. 杉上엔지니어링의 連續믹서도 S.E.C 콘크리트用으로서 海洋콘크리트에 實用化되어 있다. <사진-6>은 sand controller와 連續믹서에 의한 S.E.C 콘크리트船으로서 110 m³/hr의 混練能力을 갖고 있다.

N. S.E.C 콘크리트의 特性

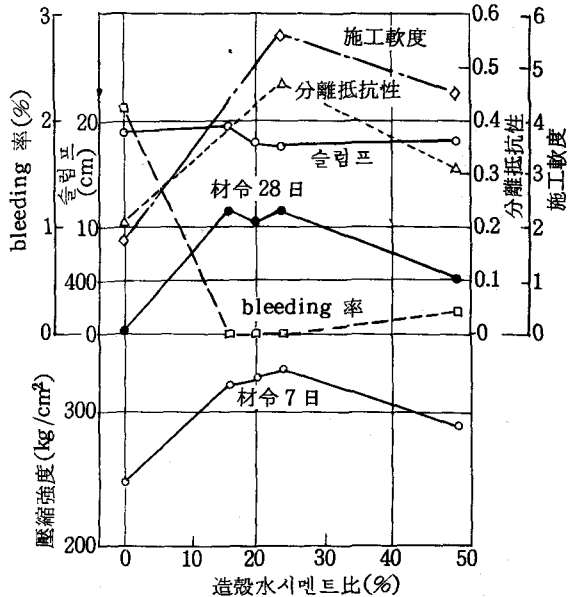
이와 같은 S.E.C 콘크리트는 fresh 콘크리트의 性質로부터 시작해서 固化콘크리트의 物性에 이르기까지 우수한 性質이 기대된다. 여기서는 이러한 S.E.C 콘크리트의 特性에 대하여 實驗結果를 중심으로 記述한다.

1. 造殼時의 水시멘트比와 S.E.C 콘크리트의 特性

造殼時의 水시멘트比와 S.E.C 콘크리트의 性狀을 살리기 위해 水시멘트比 50%, 슬럼프 18 cm 부근의 콘크리트로서 모래의 造殼時의 水시멘트比를 0~48%로 바꾸어 가면서 混練시킬 때의 콘크리트의 bleeding 率, 施工軟度, 粗骨材의 分離抵抗性 및 壓縮強度에 대하여 試驗하였다.

實驗에 사용한 시멘트로서는 普通포틀랜드시멘트, 細骨材로서는 粗粒率이 2.94인 강모래, 粗骨材로서는 粗粒率이 6.86인 강자갈을 사용하였다. 또 混和劑로서는 高性能減水劑를 사용하였다. 이 경우 콘크리트의 配合은 <表-1>과 같이 하였다. 混練方法은 모래를 所定의 表面水率로 미리 調整하고 이에 자갈을 投入한 다음 시멘트를 全量 投入하여 造殼하고 그 다음에 나머지의 물과 減水劑를 添加하였다.

그 결과는 <그림-8>에 나타낸 바와 같은데



〈그림-8〉 造殼의 水시멘트比와 콘크리트의 性狀

〈表-1〉

S.E.C 實驗에 사용한 콘크리트의 配合

水시멘트比 (%)	細骨材率 (%)	減水劑 (%)	슬럼프 (cm)	시멘트 (kg/m ³)	물 (kg/m ³)	모래 (kg/m ³)	자갈 (kg/m ³)
50	40.7	0.7	18.5±1	365	183	730	1,095

콘크리트의 配合

<表-2>

記 號	配 合 比			配合表(1 m ³)					混練性能				壓 縮 強 度		
	W/C (%)	S/a (%)	高性能減水劑 (%)	시멘트 (kg)	강모래 (kg)	강자갈 (kg)	高性能減水劑 (l)	有效水 (l)	溫度 (°C)	슬럼프 (cm)	空氣量 (%)	容重 (kg/l)	bleeding (%)	7日 (kg/cm ²)	28日 (kg/cm ²)
S. E. C	50	40.7	1.0	369	738	1,107	3.69	185	10	18.0	0.5	2.43	0.08	374	495
非 S. E. C	50	40.7	0.8	367	733	1,100	2.94	182	11	18.0	1.4	2.40	1.26	289	395

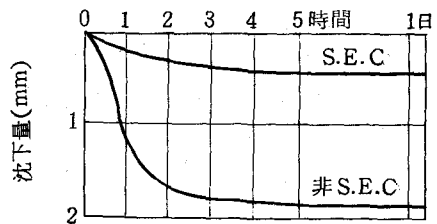
造殼時의 水시멘트比가 15~35%인것 즉 S. E. C 콘크리트의 경우에 施工軟度가 良好(슬럼프는 同一)하고 bleeding 率이 적으며 또한 骨材의 分離抵抗性이 크고 壓縮強度가 우수하다는 것을 알려주고 있다. 이 경우 施工軟度와 分離抵抗性의 試驗은 辻式分離抵抗性의 試驗器를 사용하였다.²⁾

2. S. E. C 콘크리트의 特性比較

S. E. C 콘크리트의 特性을 살피기 위해 보통의 混練方法으로 만든 콘크리트(非 S. E. C) 와 同一配合의 콘크리트에 대하여 bleeding 率, 沈降 및 強度를 試驗하였다. 實驗에 사용한 材料는 모두 먼저와 同一하며 그 配合은 S. E. C 및 非 S. E. C 각각에 대하여 <表-2>와 같이 하였다. 混練方法은 S. E. C 의 경우 모래의 表面水率을 sand controller에서 處理하여 調整한 다음 자갈과 함께 調整水를 가해 混練하고 그 다음 나머지의 물 및 減水劑를 添加하였다. 非 S. E. C 는 모래를 氣乾狀態 그대로 水補正하여 모래, 자갈, 시멘트 및 물을 同時投入 混練하였다.

이 결과는 <表-2>에 나타낸 바와 같은데 S. E. C 콘크리트는 非 S. E. C 콘크리트에 비하여 bleeding이 적고 壓縮強度가 높음을 알수 있다. 또한 콘크리트의 沈降量을 測定한 결과는 <그림-9>와 같은데 S. E. C 콘크리트는 콘크리트의 沈降이 적음을 알려주고 있다.

<사진-7>은 콘크리트를 높이 60cm의 柱狀 거푸집에 打設한 것의 切斷面인데 非 S. E. C 콘크리트의 경우는 거푸집의 上端 部分에 있는 木片의 下側에서 空隙이 보이지만 S. E. C 콘크리트의 경우는 전혀 空隙이 보이지 않는다.



(註) 15φ×30 cm의 테스트피스用 몰드를 사용 <그림-9> 콘크리트의 沈降測定結果

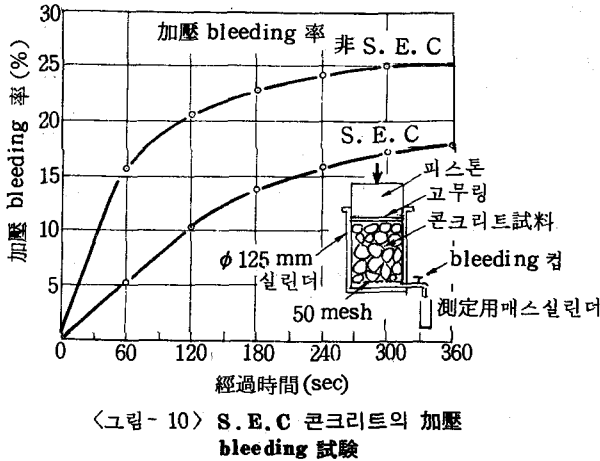


(A) S. E. C 콘크리트



(B) 非 S. E. C 콘크리트

<사진-7> S. E. C 와 非 S. E. C 콘크리트의 断面比較

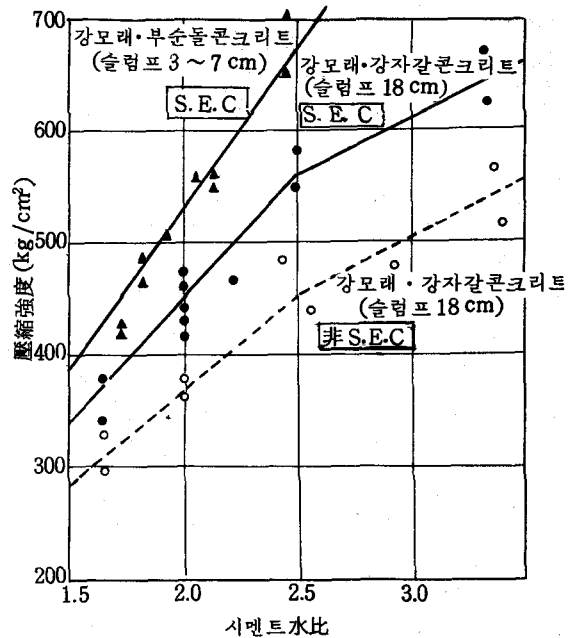


3. S.E.C 콘크리트의 加壓 bleeding 量

S.E.C 콘크리트의 펌프壓送能力을 살피기 위해 ACI 방식⁴⁾의 加壓 bleeding 試驗方法에 의해 S.E.C 및 非 S.E.C 콘크리트의 加壓 bleeding 量을 試驗하였다.

콘크리트의 配合는 水시멘트比(W/C) 75%, 單位시멘트量 200 kg/m³, 粗骨材크기 40mm, 細骨材率 38%로서 슬럼프는 7cm이다. 試驗方法은 <그림-10>에 나타난 바와 같은데 直徑 125mm의 실린더내에서 콘크리트를 35 kg/cm²의 一定壓으로 加壓하였다.

이 경우 加壓經過時間과 bleeding 量과의 關係는 <그림-10>과 같다. S.E.C 콘크리트가 加壓初期의 bleeding 量 및 長期加壓(60秒 이상)에



대한 bleeding 量이 모두 적다. 이것은 펌프壓送時 피스톤의 加壓力에 대하여 脫水가 쉽게 일어나지 않음을 나타내므로 펌프壓送性이 良好하다.

4. S.E.C 콘크리트의 各種配合과 強度

S.E.C 콘크리트의 各種配合에 대한 強度 및 그밖의 物性を 살피기 위해 水시멘트比가 30~60%, 슬럼프가 18cm인 콘크리트에 대하여 非 S.E.C 와 比較하면서 검토하였다. 使用材料는 모

<表-3>

S.E.C 및 非S.E.C 콘크리트의 配合과 強度

記號	內容	W/C (%)	混練性能					壓縮強度(kg/cm ²)	
			溫度(°C)	슬럼프(cm)	空氣量(%)	容重(kg/l)	bleeding(%)	7日	28日
FA-1	S.E.C	30	18	19.7	2.5	2.400	0	591	669
FA-2	"	40	20	19.0	1.7	2.399	0	463	579
FA-3	"	50	18	18.1	1.2	2.370	0	294	415
FA-4	"	60	20	14.7	1.9	2.344	0	258	378
FA-5	非S.E.C	30	16	18.3	2.9	2.374	0.78	468	567
FA-6	"	40	17	18.6	2.7	2.416	1.00	362	483
FA-7	"	50	13	17.7	1.6	2.363	3.51	274	387
FA-8	"	60	13	18.8	2.1	2.351	2.82	208	328

콘크리트의 配合과 性質

<表-4>

콘크리트의 種類	W/C (%)	S/C	S/a (%)	單位量(kg/cm ³)					슬럼프 (cm)	空氣量 (%)	容重 (kg/ℓ)	bleeding (%)	強度(kg/cm ²)	
				시멘트	水	砂	砂利	混和劑					壓縮	굽힘
S.E.C	55	2.5	49	345	190	867	910	3.45	6.5	2.4	2.33	0.98	406	56.5
非 S.E.C	"	"	"	"	"	"	"	"	7.5	3.8	2.33	1.54	397	53.5

두 IV-1.의 경우와 同一한데 그 結果는 <表-3>과 같다. 이 結果 및 IV-1.과 IV-2.의 結果 등으로부터 S.E.C 및 非 S.E.C 콘크리트와 시멘트水比의 關係를 구하면 <그림-11>과 같다. 同一配合의 경우 S.E.C 콘크리트가 非 S.E.C 콘크리트보다 20~30% 壓縮強度가 높다는 것을 알 수 있다.

또한 <그림-11>의 三角表는 粗粒率 2.90의 강모래 및 25mm의 부순돌(粗粒率 7.11)을 써서 슬럼프 3~7cm의 S.E.C 콘크리트를 만든 경우 시멘트水比와 壓縮強度의 關係를 나타낸 것으로 더욱 높은 壓縮強度를 나타내고 있다.

5. S.E.C 콘크리트의 疲勞耐力

이와 같이 S.E.C 콘크리트는 모래의 表面水率을 항상 所定의 값으로 하여 造製混練하기 때문에 骨材와 시멘트 페이스트와의 附着強度가 높고 이 때문에 壓縮強度가 높으며 그밖의 반복에 의한 疲勞強度도 크다고 豫想된다.

S.E.C 콘크리트의 疲勞強度를 살피기 위해 <그림-12>에 나타낸 바와 같은 굽힘衝擊 疲

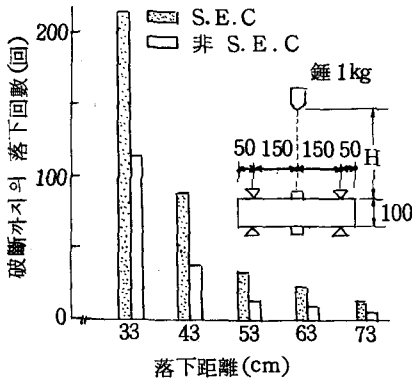
勞試驗을 非 S.E.C 와 비교하면서 하였다. 콘크리트 試料體의 配合과 強度는 <表-4>에 나타낸 바와 같은데 普通포틀랜드시멘트와 강모래 및 강자갈(25mm)을 사용한 콘크리트로서 슬럼프가 7cm인 硬練 콘크리트이다.

落下衝擊에 사용한 錘는 1kg으로서 콘크리트 試料體를, 안팎을 바꾸어가면서 落下試驗하여 破斷까지의 落下回數를 記錄하였다. 落下 높이와 破斷까지의 落下回數와의 關係는 <그림-12>와 같다.

이 結果로부터 S.E.C 콘크리트는 굽힘衝擊 疲勞耐力에 있어서 非 S.E.C 콘크리트에 비하여 2배 정도의 耐力이 있음을 알 수 있다.

6. S.E.C 콘크리트의 그밖의 物性

S.E.C 콘크리트의 引張強度, 附着強度, 彈性係數, 最大變形度, 乾燥收縮率, 水密性 및 耐凍害性은 非 S.E.C 콘크리트에 비해 <表-5>에 나타낸 比率로 높다. 모든 強度는 S.E.C 콘크리트가 높다. 또한 彈性係數는 거의 비슷하지만 最大變形度는 S.E.C 콘크리트가 20%가량 크

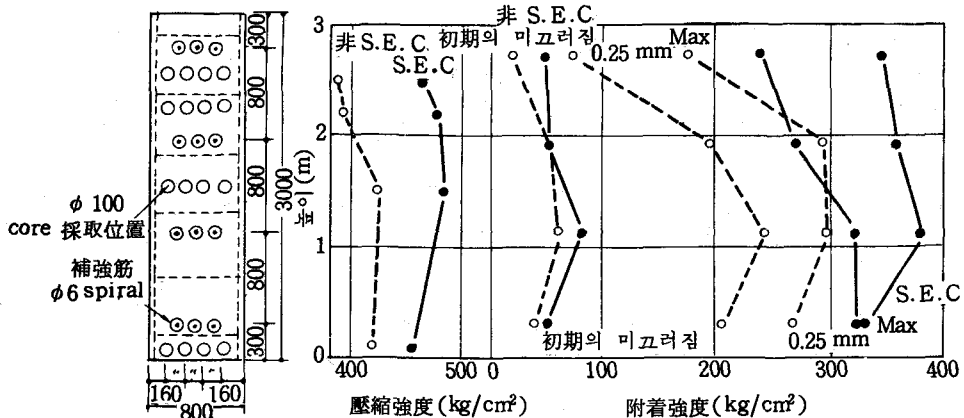


<그림-12> 콘크리트의 굽힘衝擊 疲勞에 관한 實驗結果

S.E.C 콘크리트의 非 S.E.C 콘크리트에 대한 物性比較

<表-5>

各種 物性	S.E.C.의 非 S.E.C.에 대한 比率
壓縮 強度	1~1.3
引張 強度	1~1.3
附着 強度	1~1.3
彈性 係數	1
最大 變形度	1~1.2
乾燥 收縮率	1
水 密 性	1.6
耐 凍 害 性	1~1.1
굽힘 疲勞 耐力	2



<그림-13> S.E.C 콘크리트에 의한 壁體의 실험결과(壓縮及 附着強度)

다. 乾燥收縮도 거의 비슷하지만 透水性은 吸水率로 보면 S.E.C 콘크리트가 非S.E.C 콘크리트의 0.6으로서 상당히 작아 水密性이 良好하다 (따라서 水密性은 1.6倍). 또한 콘크리트의 凍結融解 試驗結果는 거의 비슷하다.

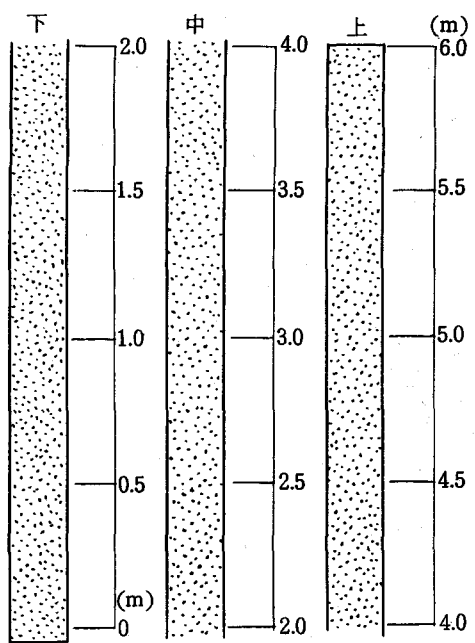
V. 콘크리트 構造物의 品質向上

콘크리트 構造物은 從來 반드시 전체가 均質하다고 말하기가 어렵고 構造物의 上下나 位置에 따라서 또 施工할 때의 條件에 따라서 品質이 달랐다. S.E.C 콘크리트는 콘크리트의 基本的性質을 改善함으로써 構造物의 品質向上을 꾀할 수 있다.

1. 構造物의 強度 均一化

構造物에서는 높이 3m 이상의 壁體나 柱體는 대개의 경우 슬럼프 15cm 이상의 軟練 콘크리트로 打設하는 일이 많다. 이러한 構造體는 上端部分의 콘크리트 強度나 鐵筋과의 附着強度가 약하여 이것이 構造物의 弱點이 되어 地震時에 柱頭部에서 破壞가 일어나는 일이 많다. <그림-13>은 S.E.C 콘크리트와 非S.E.C 콘크리트를 높이 3m, 幅 0.8m, 두께 0.15m의 壁體에 打設한 것으로 각 높이에서의 core sample에 의해 壓縮強度와 附着強度를 조사한 것이다. 콘크리트의 配合는 <表-2>에 나타낸 것과

같은데 配合과 슬럼프는 거의 비슷하게 하였다. 그 결과는 <그림-13>과 같다. S.E.C 콘크리트의 壓縮強度는 非S.E.C 보다 70~80 kg/cm² 정도 높으며 上端部分에서의 強度低下도 적다. 附着強度는 初期에 미끄러질 때나 最大荷重이 걸릴 때나 모두 S.E.C 콘크리트의 경우가 크고 특히 上端部分에서는 非S.E.C 콘크리트의 附着強度가 뚜렷이 低下되는데 비해 S.E.C 콘



<그림-14> 높이가 약 6m의 거푸집에 의한 S.E.C 콘크리트의 打設後의 切斷面(上下分離가 적다)

S.E.C 流動化콘크리트의 配合

<表-6>

粗骨材의 最大크기 (mm)	슬럼프의 範圍 (cm)	空氣量의 範圍 (%)	水시멘트比 (%)	細骨材率 (%)	單位量 (kg/m ³)				
					水	시멘트	細骨材	粗骨材	混和劑
20	7.5 + 2.5	3 ± 1	41	42.2	180	440	708	980	0.044

註 : 高流動化減水劑 M-150R은 混練時 2.0ℓ/m³, 運搬後 50분에 1.0ℓ/m³ 後添加하고, 所要슬럼프는 20 ± 1.5 cm로 한다.

크리트의 경우는 거의 低下되지 않는다.

또한 壁體 縱切斷面의 자갈량의 上下 比率를 살핀 결과 非S.E.C.의 경우가 95.5%인데 비해 S.E.C.의 경우는 99.3%로서 거의 자갈의 分離·沈降이 없다.

2. 打設 높이가 뚜렷이 높은 構造物의 경우

S.E.C 콘크리트는 骨材의 分離·沈降이 적기 때문에 한번에 높은 콘크리트 構造物을 打設하여도 品質의 변동이 적은 콘크리트를 얻을 수 있다.

<그림-14>는 높이 6m, 幅 3m, 두께 0.2m의 壁體를 S.E.C 콘크리트로 打設한 것이다. 壁의 配筋은 D13을 縱橫 10cm간격 2重으로 配筋하여 上部의 구석으로부터 S.E.C 콘크리트를 흘려보내 打設한 것이다. 打設에 있어서는 6,000 r.p.m.의 호퍼用 振動器를 사용하였다.

S.E.C 콘크리트의 配合는 <表-6>과 같으며 高性能減水劑 M-150R을, 混練時와 壓送直前(50分後)에 따로 後添加하여 所要 슬럼프 20cm로서 打設하였다. 콘크리트의 切斷面은 <그림-14>와 같이 거의 均質하게 骨材가 分布되어 있다. 이 경우 각 높이에서의 壓縮強度는

core sample의 壓縮強度

<表-7>

core 採取位置	壓縮強度 (kg/cm ²)			
	No. 1	No. 2	No. 3	平均值
上 部	567	547	595	570
中 部	533	553	609	565
下 部	633	587	635	618

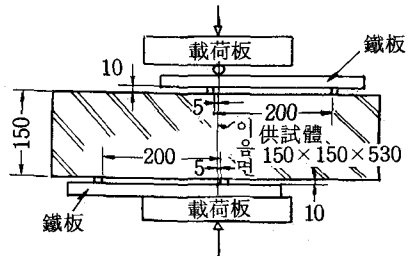
<表-7>과 같으며 上下 높이에 따른 強度差는 거의 없다. 또한 單位시멘트量에 대한 壓縮強度는 비교적 높은 값이다.

3. 構造物 이음부의 品質向上

콘크리트는 그 上端面에 bleeding水가 浮上하여 乾燥하면 laitance(脚註)로 남는다. 이 때문에 다음의 콘크리트를 그대로 이어 부었을 때 충분한 一體性을 얻을 수 없는 것이 일반적이다.

여기서 S.E.C 콘크리트의 경우 이음強度를 살피기 위해 <그림-15>와 같은 剪斷試驗을 하였다. 콘크리트의 配合는 <表-8>에 나타난 바와 같다. 粗骨材로서는 粒徑 40mm의 강자갈을 사용하였고 시멘트는 普通포틀랜드시멘트를 사용하였다.

試料體는 15×15×53cm의 木製 거푸집에 먼저 半의 높이까지 콘크리트를 打設하고 콘크리트의 윗면을 흙손으로 마무리한 다음 7日間 室內에서 養生하고 그 다음 콘크리트面을 濕潤狀態로 하여 그 위에 同一配合의 콘크리트를 打設하였다. 試料體의 종류는 이음面을 無處理 그대로 이어붙는 경우와 와이어 브러시로 處理한 다



<그림-15> 이음부의 剪斷試驗方法

(脚註)laitance : 콘크리트의 打設時 bleeding에 따라 内部의 미세한 粒子가 浮遊水와 함께 浮上하여 콘크리트 표면에 형성하는 不硬性 物質層이다.

이음부 시험에 사용한 콘크리트의 配合

<表-8>

W/C (%)	S/a (%)	單位量 (kg/m ³)								空氣量 (%)	슬럼프 (cm)	壓縮強度(kg/cm ²)	
		시멘트	水	細骨材	粗骨材 40~20mm	粗骨材 25~5mm	AE劑	減水劑	混和劑			7日	28日
69	38	216	150	733	502	753	0.087	2.13	1.08	3.6	6.1	153	245

S.E.C 콘크리트의 이어붙기 實驗結果

<表-9>

이 어 붙 기	剪斷強度 (kg/cm ²)			平均値
	No. 1	No. 2	No. 3	
이 어 붙 지 않는 경우	40.5	35.0	35.9	37.1
無 處 理 이 어 붙 기	35.4	36.0	34.2	35.2
와이어 브러시 處理 이 어 붙 기	35.1	34.3	35.1	34.8

음 이어붙는 경우 그리고 比較用으로서 이어붙지 않는 경우로 나누었다. 이러한 試料體는 材令 28일까지 標準養生을 한 다음 剪斷試驗을 하였다. 試驗結果는 <表-9>와 같다.

그 結果 이음부의 剪斷強度는 이어붙지 않은 것에 비하여 95% 정도의 強度를 나타내고 無處理한 것과 와이어 브러시로 處理한 것의 差는 거의 볼 수 없었다. 단 破斷面의 狀況에서는 後者의 경우가 界面破斷이 거의 없을 정도로 良好하였다. 이와 같이 S.E.C 콘크리트는 bleeding이 적기 때문에 콘크리트 上面에 脆弱層이 형성되기 어렵고 이음면의 強度가 크고 와이어 브러시에 의한 處理 정도로서 충분한 이음부를 얻을 수 있다고 생각된다.

VI. 맺 음 말

이상 S.E.C 콘크리트의 基本原理, 生産方法, 特性 및 構造物의 品質向上에 대하여 記述하였다. 그 결과 S.E.C 콘크리트는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- ① bleeding이 적다.
- ② 모래 및 자갈의 分離·沈降이 적다.
- ③ 콘크리트의 沈降이 적다.
- ④ 콘크리트의 強度가 높다.
- ⑤ 모래의 表面水率이 일정하여 콘크리트 品質의 변동이 적다.
- ⑥ 콘크리트의 굽힘衝擊疲勞가 높다.
- ⑦ 콘크리트의 壓送能力이 良好하다.
- ⑧ 콘크리트 構造物의 品質이 높고 均一하다.
- ⑨ 모래 資源의 有效利用이 가능하다.

이와 같이 S.E.C 콘크리트는 從來콘크리트의 基本的인 性質을 改善한 것으로서 이에 의해 콘크리트의 施工性을 良好하게 할 수 있으며 또한 構造物로서의 品質向上 및 資源의 有效利用을 期할 수 있다고 생각된다. ♣♣

(日本セメント協會刊, セメント・コンクリート. 81. 4)

<參 考 文 獻>

- 1) 原島龍一, 劍持三平, 伊東靖郎, “高強度슬러리 몰탈의 特性에 대하여”, 日本土木學會 第33회 年次學術講演概要集 第5部.
- 2) 辻 正哲, 小林正凡, 樋口芳郎, “아직 굳지 않은 콘크리트의 새로운 施工軟度 測定方法”, セメント・コンクリート, No. 381 (1978).
- 3) 持田 豊, “靑函터널에 있어서 콘크리트技術의 進歩”, 세멘트・콘크리트, No. 396 (1980).
- 4) R. D. Browne and P. B. Bamforth “Tests of Establish Concrete Pumpability” ACI Journal May (1977).
- 5) 加賀秀治, 山本康弘, “S.E.C 방식에 의한 大容量自動吹附 콘크리트工法”, 세멘트・콘크리트, No. 404 (1980).