

工場製品에 사용되는 콘크리트管理

黃 大 夏

<東亞建設産業(株)釜山工場 工場長 理事>

目	次
1. 序 論	5. 비빔과 콘크리트의 管理
2. 工場製品의 特徵과 長點	6. PC製品에 사용되는 콘크리트 管理
3. 시멘트콘크리트製品에 요구되는 콘크리트의 品質	7. 卽時脫型製品에 사용되는 콘크리트 管理
4. 使用材料와 콘크리트 配合	8. 맺는 말

1. 序 論

일반으로 콘크리트工場製品은 管理가 잘된 工場에서 계속적으로 製造되는 철근콘크리트 製品(RC), 프리스트레스製品(PC)등을 포함하여 “콘크리트製品” 이라고 불리워 진다.

本文中에서는 製品이라고 略記한다.

近年 우리나라에서도 많은 建設現場에서 이용가능한 곳에 콘크리트製品이 사용되고는 있으나 歐美, 蘇聯, 日本등의 諸外國에 比하면 그 使用比率은 아직도 적다.

外國의 경우 魚礁, PC BOX 칼버트, Gap, Segment, 흙막이 Wall, Curtain Wall의 大型 製品을 비롯하여, InterRocking block, Colour平板, 化粧block, 綠化造景環境整備用이나 環境美化등의 제품까지 미치고 있고, 앞으로 各分野에 걸쳐 많이 開發活用될 것이다.

工場製品에 사용되는 콘크리트와 그 管理에 대하여 其間의 實務經驗과 國內外 문헌을 참고하여 記述한다.

2. 工場製品의 特徵과 利點

콘크리트 工場製品은 一般콘크리트構造物에 비해 다음과 같은 特徵이 있다.

(1) 大型部材도 製造할수 있으나 一般적으로 단면이 얇고 小型인 것이 많고 取扱이 容易하다.

(2) 使用하는 골재최대치수는 25mm이하가 일반적으로 사용되고 있으며 물시멘트比가 적은 높은 強度의 콘크리트를 사용한다.

(3) 成形에 있어서는 振動台에 의한 다짐 成形, 遠心力다짐, 加壓振動다짐등 특수한 다짐 成形法이 쓰여진다.

(4) 早期에 탈형하므로 거푸집의 回轉率을 높이기 위해 일반적으로 Steam 養生이 사용되고 있으며 特殊한 경우 autoclave養生, 加壓養生이 사용된다.

(5) 現場에서 거푸집이나 支保工의 준비가 필요없고 氣象條件에 左右되는 季節性에 구애 받지 않는다.

(6) 養生期間이 짧으므로 工期短縮과 早期使用이 가능한 이점이 있다.

(7) 作業을 기계화 하므로서 原價節減이 可能하다.

(8) 標準化와 KS表示許可로 工程施設製品이 標準化되어 信賴性이 높다.

(9) 採取檢査로서 使用前에 그 品質確認이 可能하므로서 品質保證이 가능하다.

(10) 地中埋設製品은 現場打設에 比하여 掘削量등이 적어 效果的이다.

이상과 같이 여러 特徵과 利點을 갖고 있으나 缺點으로서는

(1) 設計, 施工上의 制約

製品은 形狀, 치수가 指定되어 設計上 制限을 받게되며 個個의 單位體를 組合하여 構造體로 構成되므로 施工時 接合點에 문제가 될 수 있다.

(2) 生産時 問題點

需要와 生産의 均衡이 이루어져야 하고 季節的 制限을 받으며 在庫의 過不足이 발생될 수 있다.

(3) 輸送時 問題點

수송거리, 도로상태, 交通상황에 따라 제조 원가가 영향을 받는다.

3. 시멘트콘크리트 제품에 요구되는 콘크리트 品質

시멘트콘크리트 제품은 그 종류가 매우 다양하며, 이것을 用途, 제조방법, 양생방법, 形狀치수, 철근의 有無, 무게, 강도, 混和材料등의 別로 分類한 것을 적어본다.

表-1 콘크리트 製品分類

1) 用途에 의한 분류	가) 토목용 제품 ㄱ) 도로용 : 歩道用콘크리트平板, 철근콘크리트 가드레일 (Guard rail) 철근 콘크리트 U형, 콘크리트의 경계 블록 ㄴ) 교량용 : 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 床板 ㄷ) 상하수도용 : 로크와 PC관, PCC관, 철근콘크리트 플룸 원심력 철근 콘크리트관, 철근콘크리트관 ㄹ) 철도용 : PC콘크리트 枕木(軌道베게 → Rail 베게) ㅁ) 호안용 : 각종 콘크리트 블록, 테트라 보드 ㅂ) 기 타 : 원심력 철근 콘크리트 폴, 원심력 철근 콘크리트 말뚝, 철근콘크리트 및 P.C 콘크리트 널 말뚝 나) 건축용 제품 ㄱ) 지붕材 : 시멘트기와, 평형슬래트, 골(파상형) 슬래트 ㄴ) 바닥(床)用 : 시멘트타일, 테라조블록, 기포콘크리트 ㄷ) 벽체, 天井材 : 석면시멘트板 ㄹ) 구조용 : 콘크리트 말뚝, 콘크리트 블록, 기포콘크리트 제품, 판재류 ㅁ) 기 타 : 석면 시멘트 원통
2) 製法에 의한 분류	진동다짐제품, 원심력다짐제품, 가압다짐제품, 즉시탈형제품
3) 양생 방법에 따른 분류	수중 및 증기의 양생제품, 가압가마양생제품, 전기와 압력의 양생제품
4) 形狀에 따른 분류	板狀제품, 棒狀제품, 管狀제품, 블록제품 등
5) 치수에 따른 분류	大形, 中形, 小形의 제품등
6) 철근 유무에 따른 분류	무근콘크리트제품, 철근콘크리트제품(RC) 프리스트레스트콘크리트제품 등
7) 重量에 따른 분류	보통콘크리트제품, 경량콘크리트제품, 중량콘크리트제품
8) 혼화재료에 따른 분류	석면시멘트제품, 소자섬유제품 강섬유제품, 실리케이트콘크리트제품, 木毛시멘트제품, 木片(나무조각)콘크리트제품, 스티로폴콘크리트제품, Ferro-Cement제품, New-Ceramics제품등

4. 使用材料와 콘크리트의 配合

(1) 시멘트

近來 콘크리트製品에 사용되는 시멘트는 表-2와 같은 것으로 각기 그 特性이 있으며 用途, 環境與件등에 따라 要求되는 品質의 製品은 經濟的으로 얻을 수 있는 시멘트가 선택 사용케 된다.

현재 우리나라의 경우 보통포틀랜드시멘트가 年間 약 3,300萬톤 정도의 생산량으로 주종을 이루고 그 밖에 早強型, 中庸熱型등은 製品生産에 아직 많이 適用되지 않고 있는 狀態에 있다.

早強型은 初期材令에서 高強度가 얻어지므로 PC제품, 조기出荷를 요하는 製品冬節期에 제조되는 製品등에 사용되고 있으며 내황산염형은 내환경조건으로서 공장폐수시설이나 海洋콘크리트, 原子力發電所등에 이용되고 있다.

混合포틀랜드시멘트로서 고로시멘트, 플라이-애쉬시멘트등은 普通型에 비하여 初期強度는 낮으나 특별히 高強度를 요하지 않는 製品, 조기탈형, 조기출하가 필요하지 않는 製品, 濕潤狀態로 使用되면 長期強度가 發現되

는 제품류들로서 消波블록, 魚礁등 河海用製品에 사용된다.

경제적 측면에서는 시멘트량의 10~20% 代替混入한 混合시멘트가 좋으나 일반적으로 충분한 養生의 필요성과 동결기 低溫時에 強度發現이 늦는 점등을 감안 주의를 요한다.

또한 組積用블록류에 混合시멘트를 사용하게 되면 요구하는 強度를 충분히 만족하는 結果를 얻을 수 있다.

白色포틀랜드시멘트를 이용한 Colour시멘트는 Colour平板, 美粧블록등에 뿔칠이나 2層打設工法과 組合하여 사용된다.

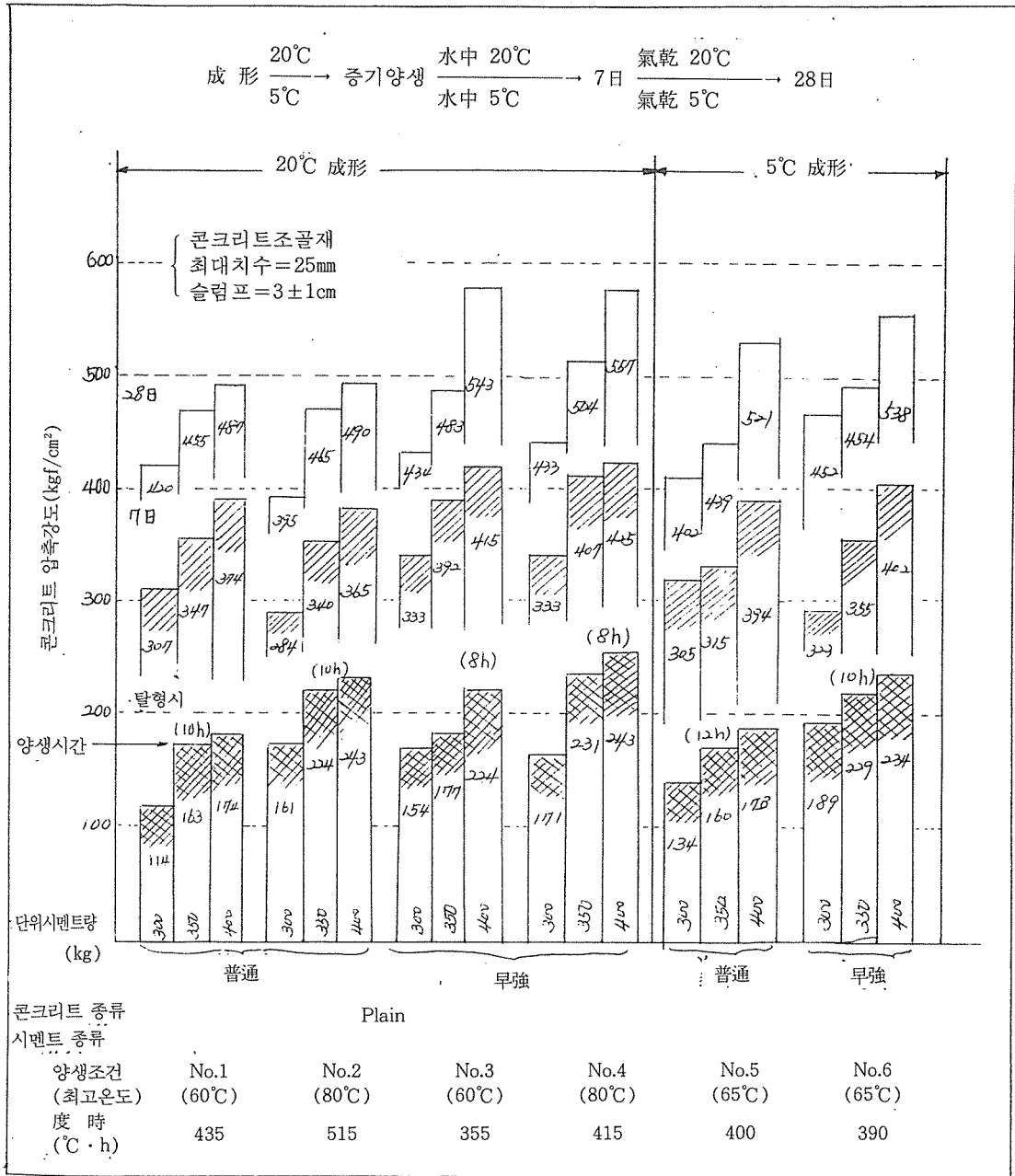
外國의 경우 超速硬시멘트는 成型後 2~3시간에 80~120 kgf/cm²의 압축강도가 얻어지므로 製品, 構造物補修, 구멍메움등 여러用途에 쓰이며, 알카리骨材 팽창반응에 대한 效果的인 防止方法으로서 低알카리시멘트(일반으로 알카리총량이 0.6% 이하)가 사용되는 예도 있다.

規格에 정하여 있지 않는 시멘트를 사용함에 있어서는 性能을 事前에 試驗하여 製品에 미치는 영향등을 확인한 然後에 사용하는 것이 좋다.

表-2 콘크리트製品에 사용하는 시멘트

系 列	종 류	비 고
포틀랜드 시멘트	普通포틀랜드시멘트	KSL5201 ASTM C150 JISR5210
	早強포틀랜드시멘트	KSL5201 ASTM C150 JISR5210
	超早強포틀랜드시멘트	KSL5201 ASTM C150 JISR5210
	내황산염포틀랜드시멘트	KSL5201 ASTM C150 JISR5210
	白色포틀랜드시멘트	KSL5204
混 合 시멘트	고로시멘트	KSL5210 ASTM C595 JISR5211
	플라이-애쉬시멘트	KSL5211 ASTM C595 JISR5211
特 殊 시멘트	超速硬시멘트 팽창시멘트 칼라시멘트	KSL5217

그림 1. 普通 및 早強포틀랜드 시멘트를 사용한 제품 콘크리트의 強度 比較



(2) 混和材料

콘크리트제품에 混和材料를 사용하는 것이 유리한지의 如否는 제품의 用途, 소요의 품질, 製造方法등에 의해서도 서로가 틀리므로 콘크리트의 여러 성질에 미치는 영향을 충분히 조사한 후에 사용해야 한다. AE제, 감수제, 경화촉진제, 방수제, Pozzolan, 膨脹材, 섬유질 재료등이 필요에 따라 사용된다.

AE劑를 쓰면 作業性 개선이 잘되며 凍害低抗性도 개선되지만 表面에 起泡가 생기는 경향이 있으므로 오히려 감수제쪽이 잘 쓰이며 富配合 콘크리트에서는 시멘트량이 절약되어서 効果的이다. 硬化 促進劑로서는 염화칼슘이 많이 쓰이며 증기양생에도 유리하다. 무근 콘크리트 제품에서는 單位 시멘트량에 대하여 2%까지는 사용되는 일이 있어도 PC제품에는 사용하여서는 아니된다.

膨脹材는 팽창력을 철근으로 구속하는 Chemical Prestressed 도입으로 균열내력이 增加한다.

混和材로는 플라이-애쉬(石炭灰)가 대표적인 것이나, 長期強度, 水密性의 改善, 表面美觀등에도 효과가 있으며 製品에 따라 添加되는 플라이-애쉬량은 시멘트의 10~20%를 치환하는 것이 좋다.

그 외에 防水劑, 膨脹材등을 특정의 제품으

로 사용하기도 한다. 美國에서는 大形消波블록제품에 강섬유를 混入하여 쓴 例가 있다. 한국에서도 대형 Box, 칼버트, 管類등에의 사용에 시도하고 있다. 超微粉末 Silica Fume은 強度를 改善하고 水密性, 耐海水性 向上에 대단히 効果的이며 海洋製品, 高強度製品에 使用이 증가되고 있다.

(3) 骨材

骨材는 콘크리트 全容積의 70~75%를 占有하며, 不活性인 중요한 재료이다. 강(江) 자갈, 碎石을 일부 혼합하기도 하고, 碎石을 사용하는 공장이 많으며 최근에는 모래의 부족으로 海砂를 세척하여 사용하고 있다. 한국의 骨材는 良質이며 골재 자체의 품질이 문제되는 때는 극히 적으며 다만 굵은, 잔골재의 粒度, 조립율, 최대치수등에 영향된다.

굵은 골재의 최대치수는 30mm 이하이며, 工場製品의 최소두께의 2/5, 또는 철근 純간격의 4/5를 초과해서는 안된다고 KS규격에서 규정하고 있으며, 일반적으로 20mm前後의 것을 많이 사용한다. 그러나 製品의 두께가 30mm에 미달하는 것도 있는데 이런 때에는 최대치수 13mm의 쇄석을 使用할 필요가 있다.

骨材의 粒度는 KS의 粒度범위를 표준으로 한다. 製品用 콘크리트는 硬練하여 기계적인

表-3 土木學會 「콘크리트 표준시방서」의 콘크리트中の 염화물함유량의 總量規制値와 海砂中の 鹽分

대상구조물	콘크리트 中 염화물 함량한도	海砂中 염화물 함량한도
일반 철근 콘크리트 Post tension 방식 PC	콘크리트中 염소이온 중량 0.6kg/m ³ 이하	잔골재의 絶乾重量에 있어 염소이온 중량 = 0.06%이하 (NaCl환산 0.1%이하)
耐久性이 특히 요구되는 RC, 포스트 텐션방식 및 프리텐션 방식 PC, 鹽害나 부식우려가 있는 경우	콘크리트 中 염소 이온 중량 0.3kg/m ³ 이하	잔골재의 絶乾重量에 있어 염소이온 중량 0.02%이하 (NaCl환산 0.04% 이하)

[註] 일본 건축 학회(JASS)에서는 콘크리트 염화물 함량 한도

- ① 일본 구조물 제품의 경우
- ② 철근 방청상 유효한 대책을 해야 하는 경우

表-4 普通포틀랜드시멘트, B종 고로, B종 플라이-애쉬시멘트를 사용한 시멘트블록 압축강도 시험결과 比較例

시멘트 種類	증		기		양		생		자연양생	
	1日		3日		7日		28日		28日	
	중량 (kg)	압축강도 (kg f /cm ²)比	중량 (kg)	압축강도 (kg f /cm ²)比	중량 (kg)	압축강도 (kg f /cm ²)比	중량 (kg)	압축강도 (kg f /cm ²)比	중량 (kg)	압축강도 (kg f /cm ²)比
보통 시멘트	30.09	172(100)	29.27	179(100)	29.45	233(100)	29.88	303(100)	29.55	258(100)
고로 시멘트	29.97	172(100)	30.09	195(109)	29.83	240(103)	30.15	333(111)	29.67	255(99)
플라이-애쉬 시멘트	29.50	159(92)	29.59	191(107)	29.80	238(102)	29.52	292(96)	29.85	233(90)

[註] 配合: 골재최대치수: 20mm, slump: Zero cm
 시멘트량 360kg/m³, W/C=32.5%, S/a=55.5%
 감수제 S=422cc 사용
 混合: 즉시 탈형 방식 Block류로서 제조

表-5 碎石, 碎砂, 高爐슬래그, 굵은·잔骨材, 品質規定

物 性 值	碎 石 (JISA 5005)	碎 石 (JISA 5004)	高爐슬래그 굵은 골재 (JISA 5011)		고로슬래그 잔 골 재 (JISA5012)
			A	B	
絶乾比重	2.5以上	2.5 以上	2.2以上	2.4 以上	2.5 以上
吸 收 率	3.0% 以下	3.0% 以下	6.0% 以下	4.0% 以下	3.5% 以下
安 定 性	12% 以下	10% 以下	—	—	—
마모減量	40% 以下	—	—	—	—
씻기試驗	—	7% 以下	—	—	—
粒形判定實積率	2005 55% 以上	2.5~1.253% 以上	—	—	—
單位容積質量	—	—	1.25kg/l 以上	1.35kg/l 以上	1.45kg/l 以上

다짐을 하므로 不連續粒度の 굵은 골재를 쓰는 편이 충전율이 올라가서 유효한 때도 있으나, 粒度の 변동이 워커밀리티에 영향되므로 주의를 요한다. 碎石을 사용하였을 경우에는 강자갈에 비하여 배합을 약간 변경한다.

잔骨材는 조립율이 2.5~3.0의 것이며, 0.3mm이하의 微砂를 적당량 포함하는 것이 바람직하다. 최근에는 骨材사정에 의하여 海砂나 山砂 등을 사용하는 工場도 있다. 海砂를 쓸 경우 PC제품, RC제품 등에는 有害하나 영향

을 주지 않는 염분함유량 허용值 이하의 것을 선택하여 사용하던가, 적당한 防청劑를 混用하는 것이 좋다. 表-3은 염화물 함유량과 해사증의 염분에 대해서 설명한다.

제품의 종류와 중요도, 피복두께, 成形方法, 양생방법 등에도 考慮, 0.10% 이하의 범위에서 적절하게 정할 필요가 있다. 또 山砂에 있어서는 泥土分이 많이 包含되는 경향이 있으므로 충분히 씻어 사용토록 해야 한다.

構造部材의 輕量化는 운반이나 가설을 용이

하게 하기 위해서 輕量骨材가 제품에 사용되는 일도 있다. 이러한 경우 膨脹頁岩, 膨脹粘土, 燒成, 플라이-애쉬, 등의 人工 輕量骨材를 건설용 제품에 사용되는 추세이다. 이配合과 압축강도의 예를 보인 것이 다음의 表-4이다. 약간의 高強度가 얻어지며, 증기양생의 영향도 보통콘크리트와 큰 차이가 없다. 耐久性의 改善에는 보통骨材와의 혼합사용이 효과가 있다. 또 碎石, 碎砂, 고로슬래그, 굵은·잔골재등을 사용할 때 適用되는 JIS(일본공업표준)規格을 참고로 나타낸다.(表-5 참조)

(4) 鋼材

철근콘크리트 製品에 사용되는 철근은 KSD3504(철근 콘크리트용 棒鋼)에 適合하든가 기계적性質이 이에 적합한 것이 좋다.

이 밖에 철근콘크리트再生棒鋼(KSD3521), 軟鋼線材(KSD3552), 硬鋼線(KSD3510)등에 규정하는 材料가 쓰인다.

規格에 없는 材料든가, 열처리를 하였을 경우에는 試驗을 해 본 然後에 品質을 確認하여 使用하는 것이 좋다.

PC제품에는 PC鋼線, 異形PC鋼線 및 PC硬鋼線 및 PC棒鋼, 異形PC棒鋼등 해당 製品의 規格品인 高強度PC鋼材를 사용한다. 이 製品들은 두께가 얇은 것이 많으므로 鋼材의 位置를 정확히 固定시켜야 하므로 콘크리트 또는 모르타 Spacer를 사용하여 정확한 피복 두께를 확보하는 것이 요망된다. Plastic Spacer를 사용할 때 있어서는 製品에 나쁜 영향을 미치지 않는 것을 확인후 사용하는 것이 좋다고 알려지고 있다.

表-6 主要콘크리트製品의 配合과 材令 28일 압축강도의 한 예

콘크리트 제품 종류		굵은골재 최대치수 (mm)	단위 시멘트량 (kg)	물·시멘트비 (%)	슬럼프 (cm)	압축강도 (kgf/cm ²)
원심력 다짐제품	전 주 · 파 일	30~10	400~520	45~37	3~10	400~500
	흙 관	25~10	370~540	50~37	3~8	350~480
진동 다짐 제품	널관·플롭관	25~15	300~400	50~38	2~8	300~450
	도로용 제품	25~15	320~370	50~40	2~8	320~420
	무근블럭	30~20	240~300	55~45	2~6	200~300
	세그먼트	25~20	*380~450	45~35	2~6	450~550
PC 製品	보·파일·침목	30~15	*420~500	45~32	2~6	450~620
	高強度파일**	25~20	450~520	32~40	6~18	750~1000
即時脫型 제품	枕 沐	25~15	*420~460	40~30	0	500~600
	무근콘크리트관	20~15	280~350	40~34	0	350~450
	필터관	15~10	400~450	25~20	0	***10~100
	블럭류	25~15	230~300	45~35	0	250~350
건축용 제품	관널·슬래브	25~20	300~350	45~35	0~5	300~400
	블럭	25~15	220~280	45~35	0	250~300

[註] * 早強 포틀랜드 시멘트를 사용하는 경우가 많다.

** autoclave 양생, 高性能 감수제 또는 미분규사를 첨가한다.

*** 材令 7日

(5) 콘크리트의 配合管理

製品에 사용하는 콘크리트 配合는 제품종류와 所要品質에 따라 달라진다. 즉 제품의 形狀, 치수와 成形方法에 適合한 作業性을 갖고, 製品이 要求하는 強度, 耐久性, 水密性, 鋼材를 보호하는 性能을 갖는 配合으로 한다.

製品에 使用하는 콘크리트의 配合強度를 정하기 위하여서는

① 製品의 試驗結果에 따라서 要求되는 強度를 얻기위한 必要要求 配合強度를 구하는 방법

② 製品의 設計基準強度에 適當한 係數를 곱하여서 調整하는 방법이 있다.

配合強度와 耐久性, 水密性등으로서 물시멘트비를 결정한다.

製品은 振動台, 원심력성형기, 가압성형기, 棒狀진동기등에 의한 기계다짐성형을 하므로 일반적으로 슬럼프 5cm前後, 물시멘트비 50%이하의 硬練콘크리트 사용이 많다.

土木用製品에 있어서는 일반적으로

① 高強度를 必要로 하는 製品이 많다.

② 거푸집 除去時期를 빨리 하기를 원하며,

③ 취급, 운반中 손상, 균열 등에 따르는 불량품 발생율이 감소되기를 원한다.

이상과 같은 要求에 따라 부배합이 사용되며 主要製品의 配合와 압축강도의 관계를 표-6에 나타낸다.

均質하고 要求하는 품질의 제품을 만들기 위해서는 使用材料管理, 配合管理가 중요하다. 시멘트混和材料에 있어서는 入荷때마다 性狀, 成積表등을 점검하고 골재에 있어서는 每日 表面水量管理, 粒度(過大粒, 過小粒)管理를 하고 配合에 반영 수정토록 하고, 比重, 吸水量, 염분, 기타 必要項目의 試驗을 定期的으로 실시하여 偏着가 적은 콘크리트를 만들도록 한다.

5. 비빔과 콘크리트의 管理

(1) 콘크리트의 비빔

콘크리트제품에는 일반적으로 물시멘트비가 적은 부배합의 硬練콘크리트를 사용하는 경우가 많으므로 強制비빔mixer가 適合하다.

可傾式mixer를 사용하면 날개붙임 주위에 mortar가 부착하여 비빔효과가 저하할 염려가 있으며 주로 軟練의 경우에 좋다. 強制비빔mixer에는 회전축이 垂直인 Pan Type과 水平의 Pagmill Type이 있으며, Pagmill Type에는 2軸強制mixer가 개발되어 硬練콘크리트에 有効하다.

Pan Type mixer를 上下 二段로 組合한 Dual Type mixer도 개발되어 있다. 또한 단일배합 콘크리트를 연속적으로 제조하는데 유리한 Continuous mixer는 제조공장에서는 지체하는 시간이 많으므로 잘 사용되지 않는다.

強制式mixer의 경우 mixing Time은 1분이상, mixer의 경우 1분 30초 이상이 일반적이다.

(2) 굳지 않은 콘크리트管理

비빔한 직후의 굳지않은 콘크리트에 있어서는 슬럼프 및 공기량시험을 하며 RC製品이나 PC製品을 만드는 경우에 있어서는 염화물함량을 측정한다.

콘크리트의 Slump値는 單位水量에 의해 변동하므로 骨材의 表面水量補正에 따른 修正配合管理는 均質한 콘크리트를 만들기 위하여 극히 중요하다.(표1-7)

콘크리트슬럼프와 단위수량의 관계는 아래 표-8에서 알 수 있다.

또한 공기連行制를 사용하는 경우 空氣量이 1% 증감하면 Slump値는 2~3cm정도 증감하고 強度도 5% 前後 변화하므로 空氣連行量管理 또한 중요하다.

工場製品管理에 있어 Slump는 $\pm 1.5\text{cm}$, 空氣量은 $\pm 0.5\%$ 범위내에서 管理하는 것이 一般的인 國內外 경향이다.

表-7 單位水量과 슬럼프가 다른 콘크리트의 壓縮強度例

시멘트 종 류	콘크리트 示方配合								壓縮強度 kgf/cm ²		
	G max (mm)	슬럼프 (cm)	C (kg)	W (kg)	W/C (%)	S/a (%)	S (kg)	G (kg)	3日	7日	28日
普通	25	2.0	400	153	38.3	42	750	1,084	270	403	548
	"	4.5	"	159	39.7	"	770	1,073	249	378	526
	"	6.5	"	166	40.2	"	762	1,063	228	348	506
	"	8.5	"	172	43.0	"	755	1,055	202	329	494
	"	10.0	"	176	44.0	"	746	1,044	192	320	486
早 強	25	2.3	400	155	38.8	41	755	1,097	474	590	668
	"	4.0	"	163	40.8	"	747	1,084	421	541	629
	"	6.0	"	170	42.5	"	739	1,073	414	507	601
	"	8.0	"	175	43.8	"	734	1,065	362	597	578
	"	10.5	"	180	45.0	"	728	1,057	348	472	574

表-8 콘크리트 슬럼프와 단위수량과의 관계

슬럼프 (cm)	골재 최대치수 (mm)	물-시멘트비 (%)	잔골재율 (%)	소요단위수량 (kg)
1~2	25	40~50	41~43	143~148
3~4	25	40~50	41~43	146~151
5~6	25	40~50	41~43	150~155
7~8	25	40~50	41~43	153~158
9~10	25	40~50	41~43	157~162
11~12	25	40~50	41~43	161~167

註) 보통 포틀랜드 시멘트콘크리트

굵은 골재 : 강자갈 표준입도

잔 골재 : 강모래 FM=2.7~2.8

RC製品이나 PC製品의 경우에 있어서는 製品種類, 養生方法, 構造部材의 重要度, 使用條件, 環境條件등을 고려하여 콘크리트中の 염화물의 許容限度의 適正值를 定하여 管理하는 것이 중요하다.

(3) 콘크리트의 壓縮強度管理

製造工程 및 品質管理를 크게 보아 品質保證의 側面에서 콘크리트의 強度를 管理하는

것은 아주 重要하다.

製品은 보통 促進養生을 하며 出荷材令도 빠르므로 一般製品의 경우에 있어서는 材令도 14日의 압축강도 시험치를 기준으로 하는 것이 통례이나 早期判定技術 발달에 따라 7日材令에 의한 強度管理도 可能하리라고 생각된다.

autoclave養生등 특수促進養生을 하는 製品에 있어서는 14日 이전 또는 將來 7日 이전

의 基準으로 하고 있는 추세에 있다.

促進養生을 하지 않는 工場製品이나 部材의 두께가 큰 製品에 있어서는 材令 28日의 압축 강도를 基準으로 하는 것이 國內外의 경향이 다.

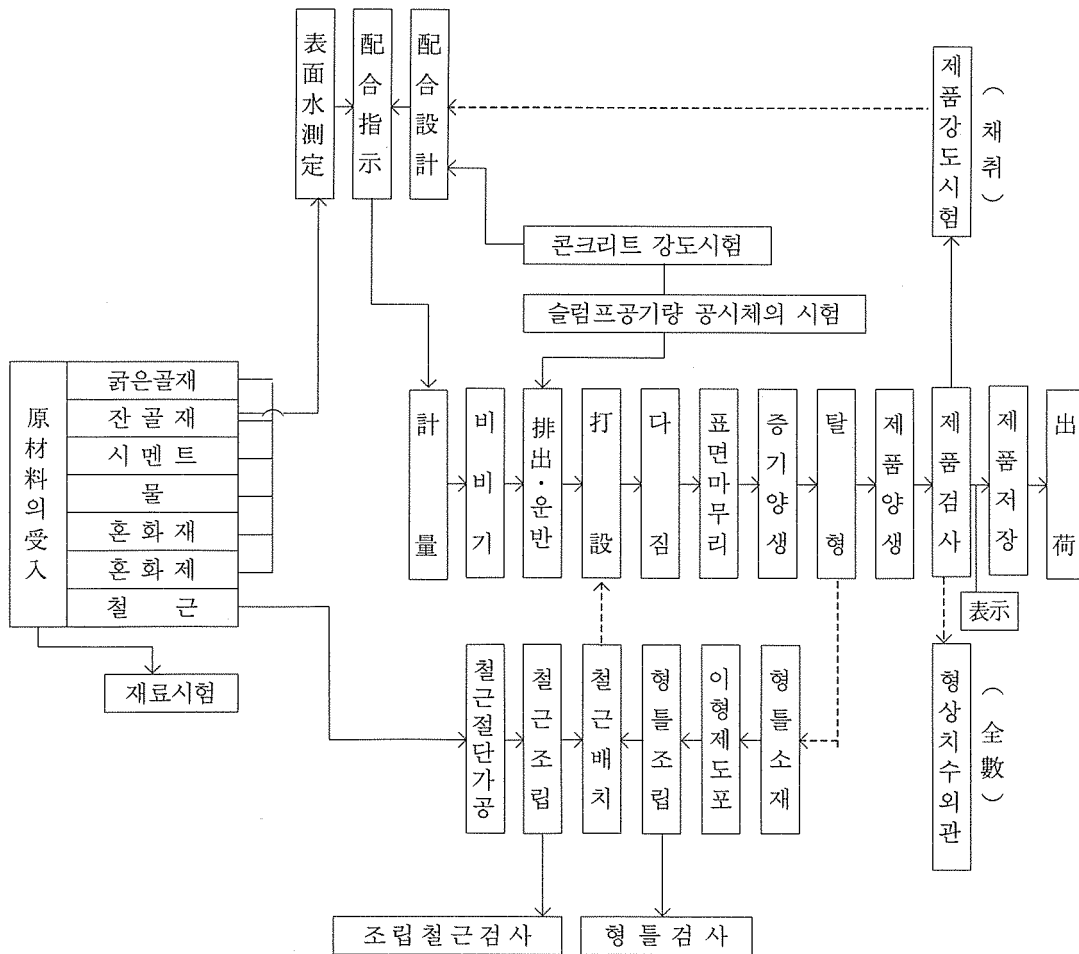
공시체는 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 의 원주형을 基準으로 제품과 같은 다짐 양생을 하여 製造하는 것으로 되어 있다.

또한 製品에 사용하는 콘크리트에 품질을 調査하는 경우, 製品의 製造方法이 RC部材와

같은 경우에는 製品과 같은 다짐이나 養生이 어려운 경우에 있어서는 一般콘크리트의 強度試驗用공시체의 製造方法과 콘크리트의 압축 강도시험방법에 따라서 시험치를 구한다.

材料의 저장설비로부터 Concrete plant, 성형운반 장치등 製造設備, 養生設備등 설비와 作業工程管理, 거푸집管理, 鋼材의 加工, 組立 등 工程管理도 충분히 이루어져야 한다. 그림 -3은 콘크리트製品工程圖를 나타내고 있다.

그림 -3 콘크리트製品工程圖



6. PC製品에 사용되는 콘크리트管理

PC콘크리트 製品은 RC製品에 비하여

- ① 균열에 대한 安全도가 높다.
- ② 단면치수를 적게 할수가 있다.
- ③ 重量이 가볍다.
- ④ 鋼材使用量이 적게된다.

등의 特徵이 있다. 製造工程은 pretension 방법과 post tension 방법이 있는데 공장에서는 pretension方法에 따른 製品이 많다.

PC製品에는 PC管, PC말뚝, PC전주, PC 빔, PC널판, PC枕木, PC BOX, PC WT Slub 등 여러가지 種類가 있다.

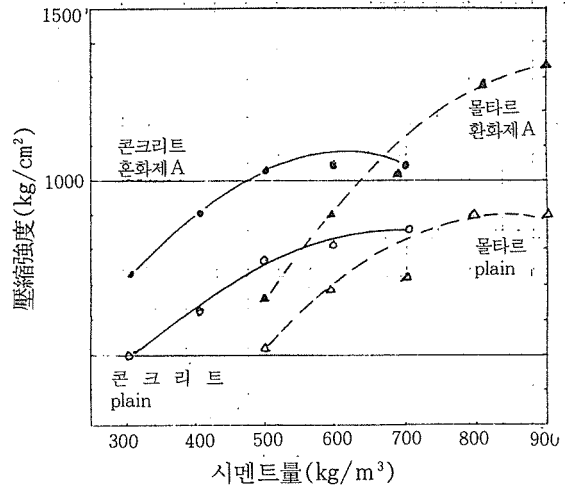
PC製品에 사용하는 콘크리트는 初期材令 300~400kgf/cm²의 압축강도를 얻은 다음 prestress을 導入하는 것으로 高強度이고 初期材令의 강도발현이 좋고, Creep나 건조수축이 적을 것 등을 必要로 한다.

따라서 시멘트는 早強型이 좋으며 良質의 AE감수제, 고성능 감수제를 사용 슬럼프가 낮은 물시멘트比인 부배합 콘크리트가 사용된다.

近年 高強度를 얻기위한 混和材料가 개발되어 800kgf/cm² 이상의 압축강도가 쉽게 얻어지는 추세에 있으며 그 예로 pretension方式 원심력고강도PC말뚝이 있는데 단위 시멘트량 500kg/m³전후의 부배합 콘크리트를 사용하여 一次養生으로 증기양생을 한 다음 autoclave 養生(10atm, 180℃ 정도)을 하는데 高品質의 微粉末 또는 고성능 감수제의 첨가가 극히 효과적인 것으로 알려져 있으며, 특히 超微粉실리카粉末(Silica Fume)과 고성능감수제(Super plasticizer)를 병용하여 1,000kgf/cm² 이상의 고강도콘크리트 製造가 가능케 되었으며 장래 1200kgf/cm²전후의 超高強度를 나타내는 신제품 개발이 先進國의 개발경향이다. (그림-4)참조

우리나라에서도 이러한 超高強度콘크리트 제품개발이 앞으로의 과제라고 말할 수 있다.

그림-4 Autoclave 양생에 대한 고성능혼화제의 효과



7. 即時脫型製品에 사용하는 콘크리트 管理

製品工場에서는 거푸집 사용 비율이 크므로 이를 低減하고 또한 量産을 하기 위하여 Zero-slump의 超硬練콘크리트를 사용하여 加壓다짐, 振動다짐 또는 두가지를 병용한 強力한 기계다짐으로 成型하고 거푸집을 即時 除去하는 즉시탈형 공법이 토목·건축 Block類, 무근콘크리트管, 枕木등의 製造에 사용되고 있다.

即時脫型製品은 젖은 흙과 같이 흐트러진狀態의 콘크리트를 사용하나 거푸집을 뒤집어 脫型할 때 치밀한 콘크리트가 얻어지고 또한 成型이 되지 않든가 모서리의 깨짐, 처짐등이 되지 않도록 가장 적당한 질기가 되도록 管理하는 것이 중요하다.

Slump値는 Zero가 되어 差를 알 수 없으며 VB値는 時間이 길어져 明確히 判定할 수가 없으므로 CF値 또는 추를 올려 놓은 CV 시험장치에 따라 測定하는 것이 바람직하다. CF値는 落下에 의해 다짐된 콘크리트의 重量을 完全히 다짐한 콘크리트의 重量으로 나누

어서 구한다. 完全다짐이 어려우므로 配合으로부터 공기량이 적은 것으로 계산한 理論單位重量을 써도 좋으나 이 경우 진동대를 사용하여 충분히 다짐한 값에 비해 0.04적은 값이 되게 한다.

即時脫型用콘크리트는 單位水量이 적어지면 흐트러진 狀態가 아주 심하게 되어 다짐 경향

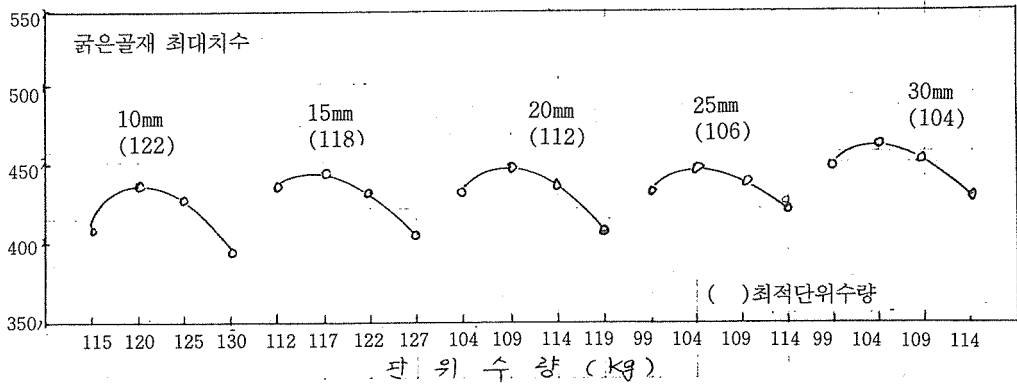
이 나빠지고, 반대로 많게 되면 시멘트 풀의 유동성이 다소 좋아지고 충전율도 높아지며 強度도 크게 되는 경향이 있으나, 물시멘트比의 영향 때문에 강도가 저하된다.

즉 굵은骨材의 종류, 골재최대치수에 따라 最適單位水量이 달라지게 된다.

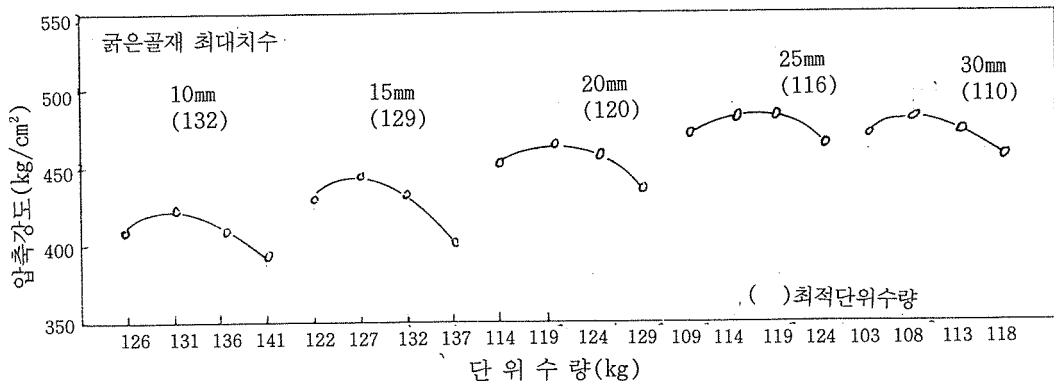
(그림 -5 참조)

그림 -5 강지갈, 쇠석 최대치수와 최적단위수량의 예

1) 강지갈 콘크리트 경우



2) 쇠석 콘크리트 경우



최근 즉시탈형방식으로 量産되는 포장 블록은 單位시멘트量 420~450kg/m³, 28日 압축강도 500kgf/cm² 이상의 高品質로서, 도시 주택, 공원등의 도로 뿐만아니라 車道 특히 언덕길 등의 이용이 期待된다.

品質이 좋은 即時脫型製品을 만들기 위해서는 강력한 기계다짐이 필요하며 일반적으로 0.5~2kgf/cm²정도의 加壓이 진동다짐과 병용되는 것으로 알려져 있다.

8. 맺는 말

工場製品에 사용되는 材料, 配合, 콘크리트의 管理等 基本的 事項에 대하여 기술하였으나 Hot Concrete, 팽창 Concrete, 섬유 Con-

crete, Polymer Concrete 등 特殊콘크리트에 대하여는 아직 우리나라의 경우 미비한 개발단계에 있으므로 장래 많은 연구개발에 꾸준한 노력과 지원이 있어야 할 것으로 생각된다.

기술서적 출간

혼화재료

회원사의 기술정보 보급을 위하여 다음과 같은 책을 발간하였습니다. 내용은 혼화 재료의 사용목적, 발전, 분류, 구비조건 사용절차, 품질규정과 용도, 주의사항 등 혼화재료의 전반적인 내용이 실려 있어 실무자에 많은 도움이 될 것으로 믿습니다.

- 책 명 : 혼화재료
- 편저자 : 변근주 교수(연세대 토목공학)
- 면 수 : 국판 230면
- 발 행 : 한국레미콘공업협회
- 보급가 : 5,000원(우송료 포함)
- 문 의 : 서울 강남구 역삼동 832-2
우덕 B/D 8층
한국레미콘 공업협회 기획과
TEL. (02)566-7162, 7164 FAX. (02)554-7420