

水시멘트比를基準으로 한 콘크리트의配合設計

大韓洋灰工業株式會社

西水庫工場生産課 李 炳 爽

< 內 容 >

- I. 序 言
- II. 콘크리트用材料
- III. 콘크리트의 水시멘트重量比와 圧縮強度와의 關係
- IV. 콘크리트의 水시멘트重量比와 耐久性과의 關係
- V. 콘크리트의 콘시스턴스
- VI. 콘크리트의 配合設計

I. 序 言

콘크리트의 配合이라함은 콘크리트中에 있어서의 시멘트, 水, 細骨材 및 粗骨材(其他 混和材料)의 比率를 말하는 것이며 配合設計라함은 이들 콘크리트材料를 使用하여 所要의 性質을 갖고 또한 經濟的인 콘크리트가 되겠끔 그 配合을 決定하는 일이다.

콘크리트의 使用目的은 千差萬別로서 그 配合은 경우에 따라 가장 適合하겠끔 設計하여야 하지만 이들 個個의 경우에 對해서 全部 記述함은 不可能하므로 設計함에 있어서 一般的인 事項에 對해서만 記述하기로 한다.

從來 各種方法이 使用되었지만 水시멘트 比를 基本으로 한 試驗的方法에 依하면 一般的으로 容易하게 되므로 이 方法에 對하여

論하기로 한다.

II. 콘크리트用 材料

配合設計를 함에 있어서 그 材料가 주어지는 경우가 많으나 그렇지 않은 경우에는 所要의 콘크리트가 가장 經濟的으로 만들어지겠끔 材料를 選擇하여야 한다.

1. 시멘트(Cement)

시멘트의 優劣은 試驗하지 않으면 알 수 없으므로 必히 試驗을 한 然後에 使用하지 않으면 안된다. 이 試驗은 韓國工業規格(KS)에 準하여야 하지만 現場에서 簡單한 試驗을 通하여서도 特히 粗惡한 시멘트는 即時 發見할 수도 있다. 可能한 限 良質의 시멘트를 入手하도록 努力하여 그 시멘트를 可及的 節約하여 使用함은 콘크리트 技術者의 任務이다.

個中の 시멘트는 強度 特히 初期強度는 顯著하게 높지만 粉末이 지나치게 굵거나 容積變化가 커서 膨脹龜裂 試驗에 있어서 濕氣箱에 넣어 두어도 收縮龜裂이 생기는 것이 있으니 特히 注意를 要한다.

다시 말하여 強度만 높으면 良質의 시멘트라고 判斷함은 잘못이다. 그러므로 시멘트의 選定에 있어서 強度와 共히 安定하고 均質의 시멘트를 揀하지 않으면 안된다. 特히 댐(Dam) 工事用 시멘트는 더욱 注意를 要한다.

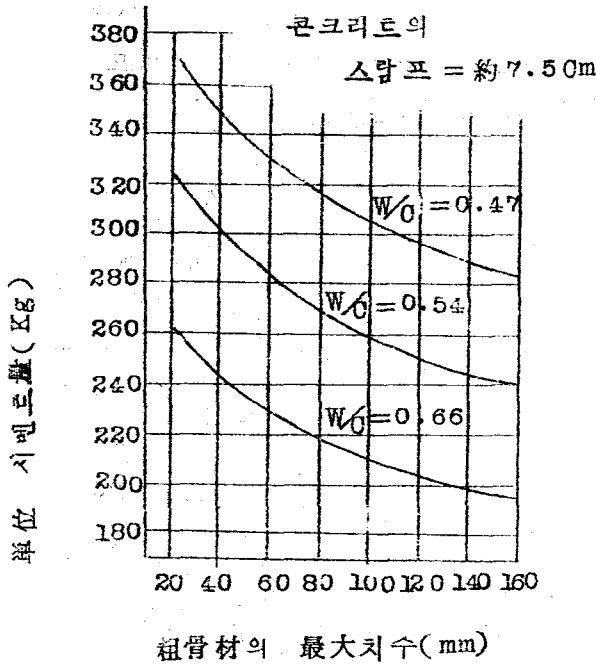
2. 骨 材

骨材는 一般的으로 淸淨, 堅硬, 強固 및 耐久性이 있어야 하며 有害物質이 包含되지 않은 것이라야 한다. 骨材의 粒度는 作業에 適合한 워카빌리티 -- (Workability) 의 콘크리트가 되기 쉬운 것으로 또한 시멘트의 使用量을 節約할 수 있는 것이라야 한다.

一定한 水시멘트 比에 對하여 어떤 워카비리티의 콘크리트를 만드는 경우 使用하는 骨材의 粒도가 굵으면 使用하는 시멘트량은 작다.

그러나 粒도가 너무 크면 콘크리트가 거칠게 되어 材料分離現象이 나타난다. 粗骨材의 最大치수는 構造物의 種類 및 치수, 施工上的

그림 - 1 粗骨材의 最大치수와 單位 시멘트량과의 關係



難易 등을 考慮하여 定하는 것으로 「部材 最小치수의 $\frac{1}{4}$ 或은 $\frac{1}{5}$ 및 鐵筋의 最小水平 純 間隔의 $\frac{2}{3}$ 를 넘어 서는 안된다」는 制限이 있다. 이 制限을 벗어나지 않은 範圍內에서 最大치수가 큰 粗骨材를 使用하면 一般적으로 시멘트의 使用량을 작게 할수 있다. 粗骨材의 最大치수와 使用시멘트량과의 關係는 大體로 그림 1

과 같다.

極히 少量의 鐵筋을 配置한 큰 擁壁의 경우는 無筋 콘크리트로 됨이 妥當하여 最大치수 60mm로 하여 시멘트량을 約 10% 節約 할 수 있다. (그림 - 1 參照) 建築物은 一般적으로 部材 치수가 작고 鐵筋間隔이 좁아서 最大치수가 작은 粗骨材를 使用하지만 후-링 (Footing)은 경우가 다르므로 必要以上으로 작은 粗骨材를 使用

하지 않도록 注意해야 한다.

骨材는 大小粒이 適當히 混合된 것이어야 하며 특히 細骨材의 粒
 度는 콘크리트의 워카비리티 - 및 시멘트의 使用量에 크게 影響을
 준다. 表-1은 粒度가 다른 數種의 川砂를 使用할 경우를 試驗한
 結果, 모래의 粒度가 가늘어지면 질수록 所要의 콘크리트를 만드는데
 必要한 시멘트量은 顯著하게 커지게 됨을 보여주고 있다.

表-1 各種粒度의 모래를 使用할때의 콘크리트配合의 一例

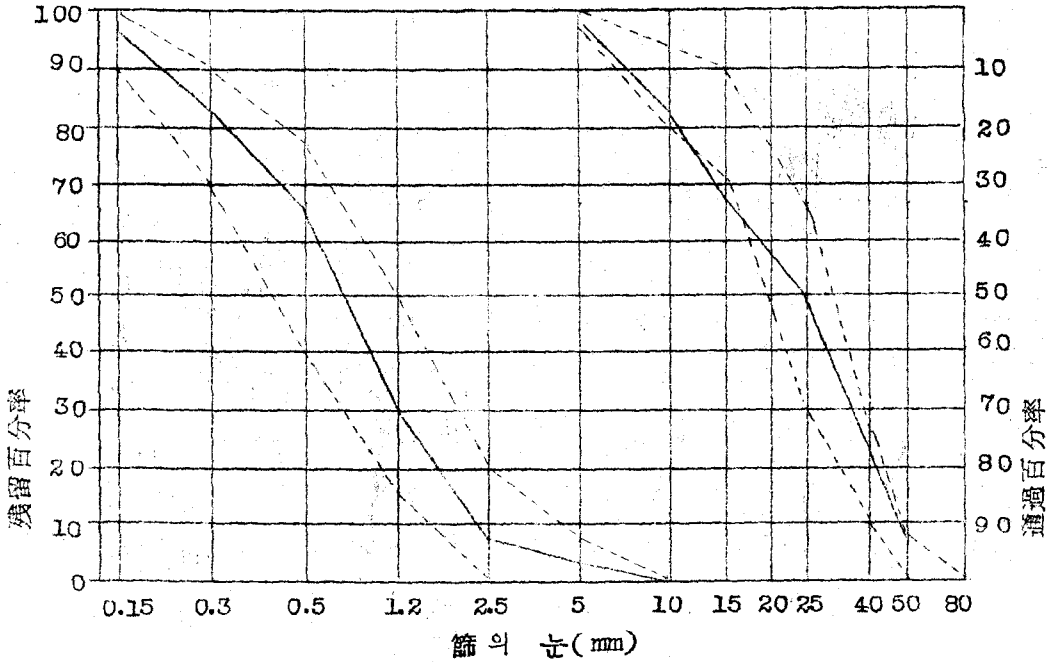
砂의粗粒率	粗骨材의 最大尺寸 mm	水시멘트 重 量 比	스 램 프 Cm	粗細骨材 重 量 比 $\frac{G}{S}$	單位水 量		單位시멘트量
					W	Kg	Kg
2.94	30	0.58	10	1.60	170		293
2.86	30	0.58	10	1.65	173		298
2.32	30	0.58	10	1.70	186		320
1.94	30	0.58	10	1.90	190		328
備 考	1. $\frac{G}{S}$ 및 W는 所要의 스투프를 얻는데 있어서 各各 시 멘트 케이스트의 使用量이 最小로 될수 있겠끔 試的 方法에 依하여 定하는 것이다. 2. 이 表는 모래의 粒度가 가늘게 되면 W가 크게됨을 나타내는 一例이다.						

骨材의 粒度에 對하여는 各國마다 適當한 範圍를 定하고 있으며
 그림-2는 大韓土木學會 示方書에 規定한 粒度의 範圍이다.

이 規定은 이程度의 粒度의것을 使用하면 通常所要의 콘크리트가
 될 수 있다는 것으로서 現場에 到着한 骨材의 粒度가 이 範圍를
 벗어난다고 해서 이 骨材를 使用해서는 안된다는 것을 意味하는 것
 은 아니다.

그림 - 2

大韓土木学会에서 規定한 骨材 粒度의 範圍



工事 全般을 考慮하여 經濟的이라야만 하므로 現場事情에 따라 規定에 맞지않은 粒度의것을 使用함이 좋은 경우도 있다. 規定된 粒度에 너무 치우쳐서 骨材質을 必要以上으로 높게 한 다든지 해서는 안된다. 骨材는 大小粒이 分離하지 않도록 取扱함이 重要하며 骨材置場에 搬入할때나 骨材를 計量할 때는 特히 注意가 必要하다. 배치 (Batch) 마다 骨材의 粒度가 變化하게 되면 도저히 均等質의 콘크리트가 될수 없다. 大韓土木学会 示方書에는 一作業間의 細骨材 粒度의 變化를 粗粒率 (Fineness Modulus) 이 ± 0.2 以內로 되게 되어 있고 이 값 以上의 變化가 있을時는 콘크리트配合을 變更하여 使用하도록 規定하고 있다. 使用하는 骨材의 粒度를 一定하게 維持하기 爲하여 骨材粒의 크기別로 數種으로 分離 貯藏하여 使用함이 좋다.

重要한 工事에는 粗骨材는 3種以上, 細骨材는 2種以上으로 篩分離하여 別途로 使用한다. 또한 骨材의 含水量은 天候, 氣象等에 따라 變化하는 것이므로 콘크리트를 混合하기 前에 항상 含水量을 試驗한 然後에 補正하여 使用한다.

III. 콘크리트의 水시멘트 重量比와 壓縮強度와의 關係

어느 工事의 諸條件下에 있어서 強硬하고 淸淨한 骨材를 使用한 플라스틱(Plastic)한 콘크리트의 強度, 水密性 및 其他의 性質은 水시멘트 比에 依하여 定해진다. 所謂 水시멘트 比의 法則이 成立한다. 여기서 말한 強度는 壓縮強度, 引張強度, 磨耗에 對한 抵抗 및 콘크리트와 鐵筋과의 附着強度 등을 말하는 것이며 「工事의 諸條件」이라 함은 適當한 材料를 使用할것과 充分한 混合, 材料分離가 일어나지 않겠음 打設할것. 또한 充分한 養生 등을 말한다. 이 水시멘트比 法則은 上述한 範圍內에서 成立하는 것이다.

콘크리트는 骨材粒에 시멘트 페이스트(Paste)를 結合하여 된 것으로 콘크리트의 諸性質은 시멘트 페이스트의 品質에 左右함은 當然하다. 이 水시멘트比 法則을 式으로 表示하면 다음과 같다.

$$\sigma = A + B \frac{C}{W}$$

여기서 σ = 콘크리트의 壓縮強度

$$\frac{C}{W} = \text{시멘트 水 重量比}$$

A 및 B는 常數이며 주어진 콘크리트 材料를 使用하여 壓縮強度 試驗에 따라 定하는 것이다. 이것은 工事に 必要한 範圍內에서 3種以上の 다른 $\frac{C}{W}$ 를 使用하여 各 $\frac{C}{W}$ 에 따라 各各 4個以上の 供試體를 만들어 이들 全部를 同樣으로 養生한 後 같은 材齡에 對한

壓縮強度이다. 壓縮強度試驗은 KS-F 2405에 準한다. 試驗한 後 縱, 橫軸에 各各 σ 와 $\frac{C}{W}$ 를 取한 圖上에 試驗値를 記入하여 連結한 것은 直線이 된다. A와 B는 圖上으로부터 決定한다. 콘크리트의 強度는 材齡 28日의 壓縮強度(σ_{28})를 基準으로 하므로 이 試驗은 通常 材齡 28日의 供試體로 한다.

試驗에 의하여 定한 $\frac{W}{C}$ 와 σ_{28} 과의 關係를 現場 콘크리트에 應用할 때는 過去의 經驗을 充分히 考慮할 必要가 있다.

現在 普通 포틀랜드(Portland)시멘트를 使用할 경우 試驗할 時間的 餘有가 없을때 σ_{28} 의 大體의 推定値를 定하는때는 다음 式이 있다.

$$\sigma_{28} = -211 + 214 \frac{C}{W} \quad (Kg/cm^2)$$

IV. 콘크리트의 水시멘트重量比와 耐久性과의 關係

水시멘트比 法則에 適合한 콘크리트에 있어서는 콘크리트의 水密性 및 耐久性은 水시멘트比가 작으면 작을수록 크다. 따라서 물이나 氣象(寒, 暑, 風雨)作用을 받아서 耐久性이 必要한 콘크리트에 있어서는 水시멘트比를 어느程度보다 크게 해서는 안된다.

普通 콘크리트 構造物의 露出狀態에 따라 水시멘트比를 表-2의 값 以上으로만 하지않으면 實用上 耐久的인 콘크리트가 된다.

表-2의 값은 適當한 材料로서 프라스틱(Plastic)하고 워카블(Workable)한 콘크리트가 되었을때 密度가 크고 均等質한 콘크리트가 얻어지겠끔 良好한 打設 및 養生을 할 경우에 使用할 값이며 養生條件이 나쁜 경우에는 이 값보다 작은 水시멘트比를 選擇하지 않으면 안된다.

表一 各種露出狀態에 對한 水 시멘트 重量比의 最大値

構造物의 種類 또는 位置	氣象作用이 甚한 경우 凍結, 融解가 때때로 反復되는 경우				氣象作用이 甚하지 않은 경우 氷點以下의 氷點은 氷點은 氷點은 氷點은				
	앞은 断面		普通의 断面		앞은 断面		普通의 断面		
	鐵筋 콘크리트	無筋 콘크리트	鐵筋 콘크리트	無筋 콘크리트	鐵筋 콘크리트	無筋 콘크리트	鐵筋 콘크리트	無筋 콘크리트	
(1) 水面附近에서 물이 많지 않거나 이따금 飽和되는 部分	海水	0.45	0.49	0.49	0.53	0.45	0.49	0.49	0.53
	淡水	0.49	0.53	0.53	0.58	0.49	0.53	0.53	0.58
(2) 水面에서 떨어져 있거나 이따금 물에 젖는 部分	海水	0.49	0.53	0.53	0.53	0.49	0.53	0.53	0.62
	淡水	0.53	0.58	0.58	0.58	0.53	0.62	0.62	0.66
(3) 普通 露出狀態의 構造物 建築物 또는 橋梁의 部分으로서 前記의 어느 部分에도 屬하지 않은 경우		0.53	0.58	0.58	0.62	0.53	0.62	0.62	0.66
(4) 完全히 水中에 있는 部分	海水	0.53	0.58	0.58	0.62	0.53	0.58	0.58	0.62
	淡水	0.58	0.62	0.62	0.66	0.58	0.62	0.62	0.66
(5) 水中 콘크리트				0.49	0.49			0.49	0.49
(6) 直接 地面위에 놓이는 콘크리트 스타브	上層	0.49	0.53			0.53	0.58		
	下層	0.58	0.62			0.62	0.66		

특히 水密性을 必要로 하는 重要한 構造物일 경우에는 콘크리트의 水시멘트 重量比를 얇은 断面의 部材에 對하여 44 % 以下 두터운 (Massive) 것에 對하여는 55 % 以下로 함이 좋다.

V. 콘크리트의 콘시스턴시 (Consistency)

콘크리트가 作業에 適한 워카비리티를 갖지 않으면 안된다 함은 材料가 分離되지 않고 均等質한 콘크리트가 되어 施工이 容易하고 安全하겠끔 하기 爲함이다. 作業에 適當한 워카비리티는 混合, 運搬, 打設等의 方法 및 콘크리트 部材의 形狀 및 치수, 鉄筋 配置 關係 등에 따라 달라지는 것으로 아직까지 콘크리트의 워카비리티를 測定하는데 滿足한 方法은 없다.

워카비리티의 適否는 技術者가 判斷하는 것으로 스텝프 (Slump) 試驗을 通하여 콘크리트의 콘시스턴시를 測定하고 또 콘크리트를 觀察하면 그 適否를 大體로 定할 수 있다. 스텝프 試驗은 KS-F-2402에 準한다.

스텝프 試驗中 스텝프 콘 (Slump Cone) 의 引下과 同時 콘크리트는 徐徐이 變形하기 始作하고 따라서 그 變形에 對한 抵抗力이 생긴다. 이 變形을 일으키는 힘과 變形에 抵抗하는 힘이 均衡되면 變形이 그친다. 故로 試驗中 콘 (Cone) 을 引上할때 콘크리트가 부스러지고 一部가 떨어져 나갈 경우에는 그 스텝프 試驗은 아무 意義가 없는 것은 當然하며 上記와 같은 現象이 없이 곧게 變形할 경우는 測定한 스텝프值가 곧 그 콘크리트의 水量의 多少를 나타내는 軟度를 나타내는 것이다. 스텝프值가 그렇게 크지 않은 경우는 그 測定이 끝난 後 다짐대 (Temping Rood) 로 콘크리트의

側面을 가볍게 두들겨서 그 變形狀態를 觀察함은 워카비리티를 判斷하는데 대단히 좋은 參考가 된다. 이때 부스러지거나 一部가 떨어져 나감이 없이 徐徐이 變形하는 콘크리트가 플라스틱한 콘크리트이다.

플라스틱한 콘크리트라 함은 워카비리티, 強度, 水密性 等に 對하여 必要한 시멘트의 最小量以上の 시멘트를 使用한 것이며 ㅍ에서 記述한바와 같이 水시멘트比 法則은 플라스틱한 콘크리트에만 成立하는 것이다.

스람프值간 같은 콘크리트라도 워카비리티는 꼭 같지 않으며 이는 콘크리트가 부스러지든가 그 一部가 떨어져 나가지 않으면 變形되는 限度 및 콘크리트의 凝集力의 差異에 의한 것이다. 또한 單位容積重量이 크게 다른 콘크리트(예를들면, 配合이 相當히 다른 것이든가 使用한 骨材의 種類가 다른 콘크리트 等)間에 스람프值을 比較함은 無意味한 것이다.

스람프 試驗은 같은 配合의 콘크리트일지라도 경우에 따라 그 値가 相當히 變化하므로 스람프 試驗은 그 信賴度가 낮다. 이는 대단히 銳敏한 理由이며 材料, 配合, 試料採取方法, 다져놓는 方法, 콘의 引上方法 等に 따라 스람프值가 變化한다. 콘크리트는 그 材料가 變化하거나 配合이 바뀌어지면 스람프值가 달라지므로 스람프 試驗은 均等한 콘크리트를 生産하기 爲한 試驗에 대단히 有用하다.

이 試驗은 試料採取 直後에 試驗해야 하며 15分間 放置하면 그 스람프值가 때에 따라서는 $\frac{1}{2}$ 까지 줄어질 경우가 있으니 特別히 注意해야 한다.

콘크리트의 適當한 콘시스턴스는 構造物의 種類, 部材의 치수, 鉄筋의 配置, 混合, 運搬 및 打設方法 等に 따라 다르나 各種 構造物에

대한 大略의 値는 表-3에 表示한 스톱프의 콘크리트를 使用하면 適當하다.

表-3 各種 構造物에 있어서의 스톱프 및 粗骨材의 最大치수

構造物의 種類	스 톱 프 O_m	粗骨材의 最大치수 O_m
鉄筋콘크리트의 후-탕 (Footing)	5.0 ~ 12.5	4
無筋콘크리트의 Footing Caisson, 地下壁	2.5 ~ 10.0	5
鉄筋콘크리트의 Slab, Beam, 壁, 柱	7.5 ~ 15.0	2.5
道路의 콘크리트床	2.5 ~ 7.5	5
큰 構造物 (큰 橋脚이나 基礎重力Dam)	2.5 ~ 7.5	一般의 경우 8 ~ 10 重力Dam 10 ~ 15
備 考	表의 値는 振動機를 쓰지 않을때의 것이며 振動機를 使用할때는 이表의 値보다 작은 스톱프를 使用해야 한다.	粗骨材의 最大치수는 다음에 表示한 값을 넘어서는 안된다. 無筋콘크리트의 경우 : 部材 最小치수의 $1/4$ 鉄筋콘크리트의 경우 : 部材 最小치수의 $1/5$ 또는 鉄筋 最小水平 純間隔의 $2/3$

스톱프는 作業에 適當한 範圍内에서 될 수 있는限 작은 値로 할 것이며 特別한 경우 以外에는 15.0m 以上の 스톱프는 使用하지 않는것이 좋다. 表-3에 스톱프의 最小値를 表示한 것은 너무 단단한 콘크리트는 그것을 充分히 다져넣지 못하여 콘크리트의 表面이 깨끗하게 되지 못하는 등 其他의 欠点이 있는 까닭이다.

특히 激甚한 氣象作用을 받는 構造物에서는 물이 스며드는 原因

으로서의 콘크리트 면에凹凸이 있든가 其他의 欠点이 없는 콘크리트가 되겠끔 適切한 콘시멘트를 挾함이 대단히 重要하다.

VI. 콘크리트의 配合設計

콘크리트의 配合設計라 함은 適當한 워카비리티 및 所要의 品質을 갖는 콘크리트가 가장 經濟적으로 얻어지겠끔 配合를 決定하는 일이다. 設計에 있어서는 우선 實驗室에서 工事に 使用하는 材料로서 小 批(Batch)의 콘크리트를 만들어 이 配合를 여러가지로 變更하여 比較 研究한 結果 適當하다고 생각되는 配合를 定한다.

다음에 實驗室에서 定한 配合를 參考로 하여 工事現場의 實際의 콘크리트를 混合 여 가장 適當한 配合를 挾하는 試驗의 方法이 있다.

콘크리트의 配合를 定하는 데는 다음 順序에 따라 함이 便利하다.

1. 콘크리트의 所要強度, 水密性 및 耐久性으로부터 必要한 水시멘트 重量比 ($\frac{W}{O}$)를 定한다. 所要強度를 얻기 爲한 $\frac{W}{O}$ 는 III에서 記述한 $\frac{O}{W} - \sigma_{28}$ 圖表로부터 定하고 所要의 水密性 및 耐久性을 얻는데 必要한 $\frac{W}{O}$ 는 IV에 記述한바와 같이 定한다. 그래서 이들 2種의 $\frac{W}{O}$ 中 작은 便을 採挾한다.

2. 工事現場에 있어서의 콘크리트의 混合, 運搬 및 打設方法, 콘크리트 部材의 形狀 및 치수, 鉄筋의 配置 등을 考慮하여 適當한 스탬프를 定한다. (表-3 參照)

3. 現場狀況에 따라 粗骨材의 最大치수를 適當하겠끔 挾한다. 表-3은 各種 構造物에 對하여 一般적으로 適當한 粗骨材의 最大치수를 表示하는 것으로 이는 II에서 記述한바와 같이 適當한 워카비리티를 갖는 範圍內에서 될수 있는대로 크게 選挾해야 한다.

水密성이 必要한 構造物이나 特히 激甚한 氣象作用을 받는 構造

物에는 硬化한 콘크리트의 表面이 거칠거나 其他의 欠点이 없겠끔 適當한 最大值數를 選擇해야 한다.

4. 適當한 워카빌리티의 콘크리트가 얻어지는 範圍內에서 가장 큰 粗細骨材 重量比 ($\frac{G}{S}$)를 攄한다. 一定한 $\frac{W}{O}$ 를 갖는 콘크리트에 있어서 $\frac{G}{S}$ 를 크게 하면 所要의 워카빌리티를 얻기 爲하여 必要한 시멘트 페이스트(Paste)를 減少시키나 $\frac{G}{S}$ 를 너무 크게하면 콘크리트가 거칠어져서 打設 및 表面고르기가 困難해진다. 다시 말하여 $\frac{G}{S}$ 를 작게하면 콘크리트 치기나 表面고르기는 쉽지만 시멘트 페이스트의 量이 많아져서 不經濟的이 된다. 또 콘크리트의 容積變化나 溫度變化를 考慮하여 시멘트 페이스트의 量의 增加를 希望하지 않을 경우도 있다. 따라서 適當한 워카빌리티가 얻어지는 範圍內에서 가장 큰 $\frac{G}{S}$ 를 選擇함이 가장 經濟的이다.

写真-1, 2, 및 3은 3種의 콘크리트의 表面을 搨손(Trowel)으로 搨손할 時候의 写真이다. 写真-1의 콘크리트는 프라스틱(Plastic)하고 워카블(Workable)하지만 $\frac{G}{S}$ 가 작으므로 所要의 品質 및 워카빌리티를 얻는데 必要한 시멘트 페이스트의 量이 많아서 不經濟的으로서 $\frac{G}{S}$ 를 더 크게 할 必要가 있다. 写真-2는 適當한 $\frac{G}{S}$ 를 갖는 프라스틱하고 워카블한 콘크리트이며 写真-3은 $\frac{G}{S}$ 가 너무커서 시멘트 페이스트의 量도 不足할 뿐만 아니라 프라스틱하지도 못하다.

이와같은 콘크리트를 使用하면 一般的으로 콘크리트 치기 및 다져넣기, 表面고르기 등이 困難하여 硬化하여도 表面이 깨끗하게 되지 못한다.

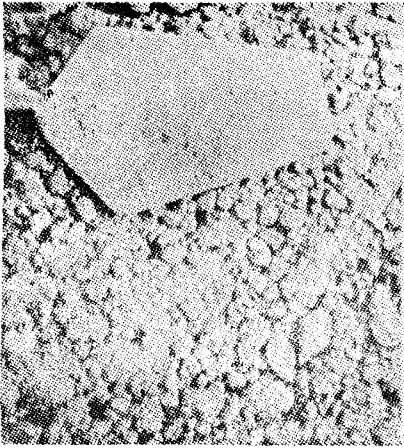


写真 1

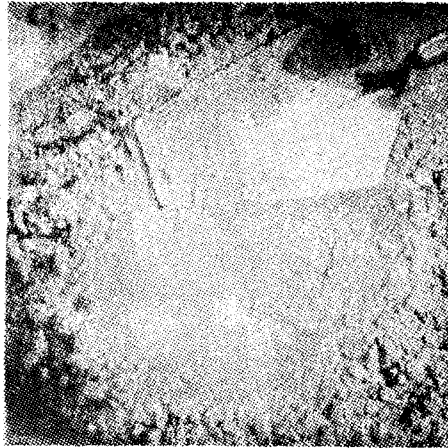


写真 2

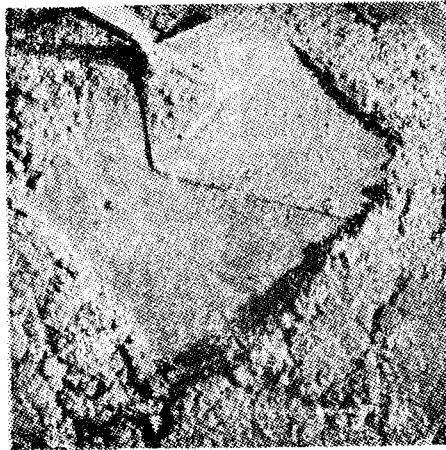


写真 3

< 参 考 文 献 >

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. 콘크리트의 配合 設計 | 日本시멘트技術協會 |
| 2. Design and Control
of Concrete Mixtures | Portland Cement
Association |
| 3. 韓國工業規格 KS - F | 大韓土木学会 |
| 4. 大韓콘크리트 標準示方書 | |

5. 適當한 워카비리터를 얻는데 必要한 使用水量을 定한다.
 1로부터 定한 $\frac{W}{O}$ 를 利用하면 所要性質의 콘크리트가 期待되나 이 性質을 實現시키기 爲해서는 作業에 適當한 워카비리터가 얻어질만큼의 시멘트 페이스트量 即 水量을 使用할 必要가 있다. 適當한 워카비리터를 얻기 爲하여 必要한 시멘트 페이스트의 量(必要한 水量)은 $\frac{Q}{S}$ 에 關係가 있는 것으로 $\frac{Q}{S}$ 를 適當히 選擇하면 所要되는 시멘트 페이스트의 量을 減少시킬 수 있으므로 먼저 4에서 $\frac{Q}{S}$ 의 選擇方法을 記述한 것이다.

$\frac{Q}{S}$ 나 콘크리트 1 m³에 使用되는 水量(W)를 推定할 때는 既往의 實驗이나 經驗이 크게 參考로 되며 普通의 콘크리트는 같은 材料를 使用할 경우 大体로 다음과 같은 關係가 있으니 이를 利用하면 便利하다.

(1) 콘크리트의 骨를 變更하여 같은 스톱프의 콘크리트를 만드는데는 一定한 W에 對하여 시멘트 使用量 1kg 增加(減少)에 對하여 骨材의 重量을 $\frac{\epsilon_m}{\epsilon_c}$ kg 만큼 減少(增加)하면 좋다. 이때 骨材 量을 變更하는 때는 主로 細骨材에 對하여 行함이 좋다.

但、 ϵ_c = 시멘트比重

ϵ_m = 細粗骨材混合物의 比重

(2) $\frac{W}{O}$ 및 $\frac{Q}{S}$ 를 一定하게 維持하고 콘크리트의 스톱프를 2.5Qm 만큼 增加(減少)하기 爲하여는 W를 約 3% 增加(減少)하면 좋다.

(3) $\frac{W}{O}$ 를 一定하게 維持하고 $\frac{Q}{S}$ 를 0.15 만큼 減少(增加)하여 같은 스톱프의 콘크리트를 얻는데는 W를 約 3kg 增加(減少)하면 좋다.

表-4는 $\frac{Q}{S}$ 와 W의 값을 推測하는데 參考가 된다. 이 表는 普通의 粒度를 갖고 通常의 骨材를 使用하며 水시멘트 重量比 約

0.57, 스톱프 約 7.50m의 콘크리트에 對한 것이며 使用한 모래의 粗粒率 (Finness Modulus)이 約 2.75의 경우로서 細粗骨材의 比重이 서로 같을 경우이다.

表-4 細粗骨材 重量比 및 콘크리트 1m³에 使用되는 水量의 參考表

粗骨材의 最大치 mm	自然石을 使用할 때		碎石을 使用할 때	
	粗細骨材重量比	콘크리트 1m ³ 에 所要하는水量kg	粗細骨材重量比	콘크리트 1m ³ 에 所要하는水量kg
15	0.96	199	0.79	214
25	1.25	182	1.01	197
30	1.44	173	1.17	193
40	1.61	169	1.31	185
60	1.94	157	1.56	172
80	2.13	151	1.70	166
150	2.61	137	2.06	151

이 表를 使用함에 있어서의 注意事項

1. 만들려고 하는 콘크리트의 水시멘트 重量比 ($\frac{W}{G}$)가 0.57이 아닐 때는 $\frac{W}{G}$ 와 0.57과의 差異에 對하여 細粗骨材比 $\frac{G}{S}$ 의 值를 加減한다. 즉 $\frac{W}{G}$ 의 0.05의 增加(減少)에 對하여 $\frac{G}{S}$ 를 表의 값보다 0.08만큼 작게(크게)한다. 그러나 콘크리트 1m³에 所要되는 水量(W)은 表의 값에 變動없다.

2. 願하는 콘크리트의 스톱프가 7.50m가 아닐 때는 스톱프의 2.50m增加(減少)에 對하여 W를 表의 값보다 3%만큼만 크게(작게)取한다. 이때 $\frac{G}{S}$ 의 值는 變動없다.

3. 使用하는 모래의 粗粒率(F.M)이 2.75가 아닐 때 F.M이 0.1의 增加(減少)에 對하여 $\frac{G}{S}$ 를 表의 值보다 0.04만큼 작게(크게)取한다. 이때 W의 值는 亦是 表의 值와 變動없이 使用한다.

4. 普通의 경우보다 多少 워카비리티가 나쁜 콘크리트를 使用하는 경우 例를들어 道路의 콘크리트床과 같은것은 表의 值보다 $\frac{G}{S}$ 를 0.2만큼 크게하여 W를 5kg만큼 작게 取한다.

5. 1~5에서 定한 配合의 콘크리트를 만들어 觀察하고 그 結果를 參考로 하여 配合를 여러가지로 바꾸어 比較 檢討하여 가장 適當한 配合를 決定한다. (次号계속)