

## 水 시멘트 比를 基準으로한

### 콘크리트의 配合設計 (II)

大韓 洋灰 工業 株式 會社

西水庫工場 生産課 李 炳 爽

#### < 內 容 >

VII. 實驗室에서의 配合設計의 一例

VIII. AE 콘크리트의 配合設計.

#### Ⅲ. 實驗室에서의 配合設計의 一例

「주어진 材料를 使用하여 最低氣溫이  $-5^{\circ}\text{C}$  程度인 地域에 두께 0.0m인 道路를 鋪裝하고자 한다. 材齡 28日에 있어서의 壓縮強度가  $250 \text{ Kg/Cm}^2$ 가 되겠음 그 配合를 設計하라」.

1. 說明을 簡單히 하기 爲하여 細骨材 및 粗骨材는 各粒度別로 分類되지 않은 것으로 한다.

2. 우선 주어진 材料에 對하여 다음의 試驗을 行한다.

시멘트의 比重 試驗 (KS L 5110)

細粗骨材의 채 가름 試驗 (KS F 2502)

細粗骨材의 比重 및 吸水量試驗 (KS F 2504 및 KS F 2503)

細粗骨材의 表面水量試驗 (KS F 2509)

이들 試驗이 時間的 餘裕가 없을 때에는 普通 포르랜드 시멘트의 比重 3.15, 良質의 細粗骨材의 比重을 2.65로 보면 大差없다.

주어진 材料에 對하여 試驗한 結果 다음과 같은 値를 얻었다.

시멘트의 比重 = 3.15  
粗骨材의 比重 = 2.65  
粗骨材의 吸水量 = 0.7 %  
細骨材의 比重 = 2.63  
細骨材의 吸水量 = 1.7 %  
粗骨材의 表面水量 = 0.8 %  
細骨材의 表面水量 = 3.5 %  
細粗骨材의 查 가름 試驗結果

粗骨材의 篩分離 試驗結果

板篩	50mm 에	殘留하는 量	5.5 %
"	40	"	25.1
"	30	"	40.0
"	25	"	49.2
"	20	"	58.0
"	15	"	66.5
"	10	"	81.3
"	5	"	95.7
"	5 mm 를	通過하는 量	4.3

粗骨材의 最大尺寸 = 50mm

粗骨材의 粗粒率 = 約 7.6

細骨材의 篩分離 試驗結果

板篩	10mm 에	殘留하는 量	0.0 %
"	5	"	3.0
網篩	2.5	"	8.3
"	1.2	"	30.7

網篩	0.6 mm 에	殘留하는 量	66.0
"	0.3	"	85.3
"	0.15	"	97.0
"	0.15mm 를	通過하는 量	3.0

細骨材의 粗粒率  $\frac{3 + 8 + 31 + 66 + 85 + 97}{100} = 2.90$

板篩 5mm 를 通過하는 細骨材의 粗粒率  $\frac{0 + 6 + 29 + 65 + 85 + 97}{100} = 2.82$

이 細骨材 및 粗骨材는 前号(1966.8)의 63 頁의 그림 - 2 에서  
와 같이 大体로 土木学会에서 規定하는 粗度の 範圍이다.

우선 試驗室에서 示方配合를 定하기 爲하여 細粗骨材를 共히 5mm  
篩로 쳐서 粗骨材中 이 篩에 通過하는 粒을 버리고 (물로 씻으며  
서 친다), 細骨材中의 5mm 篩에 남는 粒을 버리고 使用함이 좋다.

또 이 細骨材는 15 ~ 30 分間 吸水量에 相當하는 물을 加하여  
完全히 表面乾燥飽和狀態(Saturated Dry Basis)로 하고 粗骨材  
는 24 時間以上 充分히 吸水시킨 것을 乾布로 잘 닦아 亦是 表面  
乾燥飽和狀態로 하여 使用하면 便利하다.

### 3. 水 시멘트 重量比 ( $\frac{W}{C}$ )

表 - 2 에서 콘크리트의 耐久性으로부터 必要한  $\frac{W}{C}$  를 求한다.  
- 5° 程度의 氣溫에서  $\sigma_{28} = 250 \text{ Kg/0m}^2$  이란 것은 相當히 重要的 道  
路로 思料되어  $\frac{W}{C}$  는 0.53 以下로 挾함이 좋다. 다음 強度로부터  
必要한  $\frac{W}{C}$  는 前号 65 頁의 方程式

$$\sigma_{28} = -211 + 214 \frac{C}{W} \quad (\text{Kg/0m}^2)$$

에  $\sigma_{28} = 250 \text{ Kg/0m}^2$  를 代入하면

$$\frac{W}{C} = 0.46$$

을 얻는다. 이 식은 相當히 安全을 取한 식이므로 良質의 포트  
랜드 시멘트에 對하여는 0.49로서 充分하므로 이를 使用하여 試驗  
배치 (Batch) 를 만들기로 한다.

4. 粗骨材의 最大치수

이 주어진 粗骨材는 最大치수가 50mm로서 만들고자 하는 道路  
版의 두께 20cm의  $\frac{1}{4}$ 이므로 이 粗骨材는 그대로 使用해도 좋다.

一般的으로 無筋 콘크리트에서는 部材 最小치수의  $\frac{1}{4}$ 을 넘어서는  
안된다. 하지만 콘크리트 道路鋪裝用으로 注意깊게 施工하면  $\frac{1}{3}$ 로서  
도 좋다.

5. 콘크리트의 스톱프 (Slump)

振動機 (Vibrator) 를 使用치 않은 콘크리트의 打設은 스톱프  
2.5 ~ 7.5cm를 攄함이 좋다. (表-3 參照)

스톱프는 工事現場의 事情을 考慮하여 可能한 限 적게 選擇하는  
것이지만 너무 적은 스톱프는 表面고르기가 困難하고 또 어느 程  
度 粗雜한 施工을 하면 所要品質의 콘크리트를 얻기 어려운 憂慮  
가 있다. 여기서는 施工이 容易하고 安全을 考慮하여 7cm로한다.

6. 粗細骨材 重量比 ( $\frac{G}{S}$ ) 및 콘크리트 1cm<sup>3</sup>에 使用되는 水量

表-4를 參考로 하여  $\frac{G}{S}$ 와 W를 推定하면 다음과 같다.

使用하는 粗骨材의 最大치수가 50mm이므로

$$\frac{G}{S} = \frac{1.61 + 1.94}{2} = 1.78$$

$$W = \frac{169 + 157}{2} = 163 \text{ Kg}$$

$$\frac{W}{G} = 0.49 \text{ 스톱프} = 7 \text{ cm의 콘크리트에 對하여는}$$

$$\frac{G}{S} = 1.78 + 0.08 \times \frac{0.57 - 0.49}{0.05} = 1.91$$

W는 163Kg 보다 어느程度 적어서 162Kg 으로 한다.  
使用하는 細骨材의 粗粒率(F. M)는 2.82 이므로

$$\frac{G}{S} = 1.91 - 0.04 \times \frac{2.82 - 2.75}{0.1} = 1.88$$

$$W = 162 \text{ Kg}$$

콘크리트의 道路版이므로

$$\frac{G}{S} = 1.88 + 0.2 = 2.08$$

$$W = 162 - 5 = 157 \text{ Kg}$$

使用되는 粗骨材의 比重은 2.65, 細骨材의 比重은 2.63 이므로

$$\frac{G}{S} = 2.09$$

$$W = 157 \text{ Kg}$$

即  $\frac{G}{S} = 2.1$        $W = 157 \text{ Kg}$ 으로 한다.

7. 試驗배치 (Batch) 에 使用하는 材料의 量

試驗 배치에 使用하는 콘크리트의 量은 10 ~ 15 ℓ 로 함이 便利하며 여기서는 15 ℓ 로 한다.

表-4를 參照하여 6에서 記述한 바와 같이 하면  $\frac{G}{S} = 2.1$ ,  
 $W = 157 \text{ Kg}$  로 되나 安全을 取하여  $\frac{G}{S} = 1.60$  으로서 最初의 試驗 배치를 만든다.  $\frac{G}{S}$ 를 1.60으로 하여 스톱프를 70m 로 하기 爲 하여는 VI 5. 에 따라  $W = 157 + 3 \times \frac{2.1 - 1.60}{0.15} = 167 \text{ Kg}$ 程度가 適合하다는 것을 알 수 있다. 最初의 試驗배치에 所要되는 콘크리트의 配合은 다음과 같다.

$$\frac{W}{G} = 0.49, \quad \frac{G}{S} = 1.60, \quad W = 165 \text{ Kg}$$

따라서 이 콘크리트 15 ℓ를 만드는데 計算하여야 할 材料의 量은 다음과 같다.

$$\text{물의 重量} = 165 \times \frac{15}{1000} = 2.48 \text{ Kg}$$

$$\text{시멘트의 重量} = 2.48 \times \frac{1}{0.49} = 5.06 \text{ Kg}$$

$$\text{시멘트의 絶对容積} = \frac{5.06}{3.15} = 1.61 \text{ l}$$

$$\text{骨材의 絶对容積} = 15 - 2.48 - 1.61 = 10.91 \text{ l}$$

$$\text{骨材의 平均比重} = \frac{1 + 1.6}{\frac{1}{2.63} + \frac{1.6}{2.65}} = \frac{2.6}{0.985} = 2.64$$

$$\text{骨材의 重量} = 10.91 \times 2.64 = 28.82 \text{ Kg}$$

$$\text{細骨材의 重量} = \frac{28.82}{1+1.6} \times 1 = 11.09 \text{ Kg}$$

$$\text{粗骨材의 重量} = \frac{28.82}{1+1.6} \times 1.6 = 17.73 \text{ Kg}$$

### 8. 試驗 베치

7. 에서 算出한 材料를 計量하여 콘크리트를 만든다. 이때 細骨材 및 粗骨材는 2. 에서 記述한 바와 같이 表面乾燥飽和狀態의 것을 使用한다. 만들어진 콘크리트는 프라스틱 (Plastic) 하고 워카블 (Workable) 하게 되어 스톱프가 10cm로 됐다. (表-5 第 1 行 參照) 그러므로  $\frac{G}{S}$  는 매우 크게 해도 좋다는 것을 안다.

이 베치에 粗骨材 2.27Kg을 追加하여 다시 混合하여 스톱프를 測定하니 7cm로 됐다. (表-5 第 2 行 參照) 이 콘크리트도 프라스틱하고 워카블하여 좀 더  $\frac{G}{S}$  를 크게 해도 좋다는 것을 보여준다.

다시 粗骨材를 追加하여  $\frac{G}{S}$  를 1.9로 해 본즉 콘크리트는 프라스틱하고 그 스톱프는 5.5cm로 됐다.

第一 베치의 結果로부터  $\frac{G}{S}$  는 1.9 程度까지 크게 되고  $\frac{G}{S}$  를 1.9로 할 때는 W를 155Kg로 하면 스톱프가 7cm로 推定된다.

表 - 5 第一試驗배치

計量한 材料 (Kg)				단 콘크리트 의 量 ℓ	W O	G S	單位水量 (Kg)	單位시 멘트量 (Kg)	스탑프 (Om)	備 考
시멘트	水	細骨材	粗骨材							
5.06	2.48	11.09	17.73	15.0	0.49	1.80	165	337	10	콘크리트의 워카비리티는 極히 良好
5.06	2.48	11.09	20.00	15.86	0.49	1.80	156	319	7	워카비리티 良好 細骨材量을 더 적게 할수있다.
5.06	2.48	11.09	21.10	16.28	0.49	1.90	152	311	5:5	

使用한 粗骨材의 最大치수는 50mm이므로 스톱프試驗은 콘크리트  
中 40mm 以上の 粗骨材는 골라내던가 篩로 쳐서 除去하여 使用하  
야 한다.

9. 第2 ~ 第4 試驗배치

$\frac{W}{O}$ 를 一定하게 維持하면서  $\frac{G}{S}$ 를 1.8 ~ 2.0으로 變化시켜 各各  
의  $\frac{G}{S}$ 에 對하여 所定의 스톱프를 갖는 콘크리트를 만들어 스톱프  
를 測定하고 워카비리티 및 휘니샤비리티 (Finishability)를 判  
斷한다. (表-6 參照)

表-6의 第4行과 같이 所定의 스톱프에 達하지 않을경우에는 所  
定의 스톱프가 되도록 시멘트 페이스트 (Paste)의 量을 追加한다.

여기에서는  $W = 148\text{Kg}$ 로 스톱프 = 40m 로 되었으므로 追加할 시  
멘트 페이스트의 量은 다음과 같다.

$$\text{스탑프의 差} = 7 - 4 = 30\text{m}$$

$$\text{追加할 시멘트의 重量} = x \text{ Kg}$$

$$\text{追加하여야 할 물의 重量} = 0.49x \text{ Kg}$$

$$\text{만든 콘크리트의 量} = \frac{x}{3.15} + 0.49x = 0.807x\ell$$

表- 6 第 2 ~ 第 4 試驗 배치

區 分	計量한材料 (Kg)				만 콘크리트 의 量 ℓ	W O	G S	W Kg	O Kg	스 람프 Cm	備 考
	시멘트	水	細骨材	粗骨材							
第 2 배 치	4.82	2.36	10.47	18.86	15.0	0.49	1.80	157	321	8	워카비리티 및 휘니샤비리티 良好
	4.82	2.36	10.47	20.94	15.79	0.49	2.00	150	305	材料分離로 測定不能	多少 거칠어 서 스템프 試驗에서 一 部分이 崩壞함
第 3 배 치	4.65	2.28	10.43	19.30	15.0	0.49	1.85	152	310	6.5	워카비리티 및 휘니샤비리티 良好
	4.65	2.28	10.43	20.34	15.40	0.49	1.95	148	302	4	
	4.86	2.38	10.43	20.34	15.56	0.49	1.36	153	313	材料分離 傾向이 있다 6.5	어느程度 거 칠은 感이 있다
第 4 배 치	4.70	2.30	10.21	19.42	15.0	0.49	1.90	153	313	7	워카비리티 및 휘니샤비리티 良好

스람프를 4 Cm로부터 7 Cm로 하기 爲한 W는

$$148 + 148 \times \frac{3}{100} \times \frac{7-4}{2.5} = 153 \text{ Kg 로 하면 된다.}$$

$$\frac{2.28 + 0.49x}{15.40 + 0.807x} = 0.153 \quad x = 0.21 \text{ Kg}$$

即 第 5 行과 같이 시멘트를 0.21 Kg, 물을 0.10 Kg 追加하여 混  
합한다.

이와같이  $\frac{G}{S}$  를 크게 해가면 크게 할수록 所定의 스템프를 얻는  
데 必要한 W는 減少됨을 알 수 있다. 그러나 이 作業에 時間이



어느程度 遲延되어 스톱프가 自然 減少되면 測定된 스톱프値는 正確을 期할 수 없게된다. 表-5 및 表-6도 어느程度 이 傾向이 나타난 것이다.

매우 信賴할 수 있는 値를 얻고자 하면 材料를 追加하지 않고 다시 새 배치를 만들어 試驗하지 않으면 안된다. 지금 各各의  $\frac{G}{S}$ 에 對하여 所定의 스톱프를 갖는 콘크리트를 만들어 워카비리터, 휘니샤비리터를 判斷하는 同時에 콘크리트의 單價를 생각해 본다.

이 경우와 같이 콘시스턴스가 비슷한 때는 그 單價는 材料費를 比較하기만 하면 된다. 그러나 通常의 경우 시멘트의 使用量이 적게 될수록 그 材料費는 적게 된다. 따라서  $\frac{G}{S}$ 를 增加함에 따라 콘크리트의 單價는 減少함을 알 수 있다. 그렇다고 해서  $\frac{G}{S}$ 가 너무 커지면 콘크리트가 거칠어져서 材料分離現象이 나타나 휘니샤비리터에 나쁜 影響을 준다. 워카비리터나 휘니샤비리터를 判斷하는 데는 만든 콘크리트의 運搬, 打設에 適合한가를 觀察하고 또 끝손질해서 材料分離나 물의 上昇을 觀察하면 곧 判斷할 수 있다.

이와같이 배치를 檢討하면  $\frac{W}{C} = 0.49$ ,  $\frac{G}{S} = 1.90$ ,  $W = 152\text{Kg}$ 이 所要의 워카비리터 및 휘니샤비리터를 갖고 가장 經濟的인 콘크리트가 될 수 있음을 알 수 있다. 이와같이 適當한 配合를 試驗배치없이는 定할 수 없다.

### 10. 水 시멘트 重量比의 決定

8 및 9에서 適當한  $\frac{G}{S}$ 와  $W$ 를 알았으므로 使用하는 材料에 對해서  $\frac{C}{W}$ 와  $\sigma_{28}$ 과의 關係를 求한다. 이는 工事に 必要한 範圍 내에서 3種 以上の 서로 다른  $\frac{C}{W}$ 를 定하고 各  $\frac{C}{W}$ 에 對하여 4個 以上の 供試體를 만들므로써 알 수 있다.

表-7은 3種의  $\frac{C}{W}$ 로서 各各 4個의 供試體를 만들어  $\sigma_{28}$ 을

試驗한 結果라 하면 各  $\frac{C}{W}$  에 對한  $\sigma_{28}$  의 平均値를 圖上에 記入 하여 連結하면

$$\sigma_{28} = -298 + 303 \frac{C}{W}$$

로 表示되는 直線이 된다. (그림 - 3 參照)

表 - 7 壓縮強度試驗結果

水 시멘트 重量比 $\frac{W}{C}$	시멘트 水 重量比 $\frac{C}{W}$	粗細骨材 重量比 $\frac{G}{S}$	單位水量 W Kg	單位 시멘트 量 Kg	스람프의 平均 值 Cm	壓縮強度 $\sigma_{28}$ Kg/Cm <sup>2</sup>
0.49	2.04	1.90	152	310	7	$\left. \begin{matrix} 337 \\ 316 \\ 320 \\ 311 \end{matrix} \right\} \text{平均 } 321$
0.53	1.89	1.85	152	287	7	$\left. \begin{matrix} 273 \\ 279 \\ 267 \\ 281 \end{matrix} \right\} 275$
0.58	1.72	1.80	152	262	6.5	$\left. \begin{matrix} 222 \\ 225 \\ 221 \\ 235 \end{matrix} \right\} 226$

備 考 3種의  $\frac{C}{W}$  에 對하여  $\frac{G}{S}$  는 어느程度 補正한 値를 使用한 것이다.

所要로 하는  $\sigma_{28}$  은 250 Kg/Cm<sup>2</sup> 로서 여기에 安全을 取하여 15% 增加한 値를

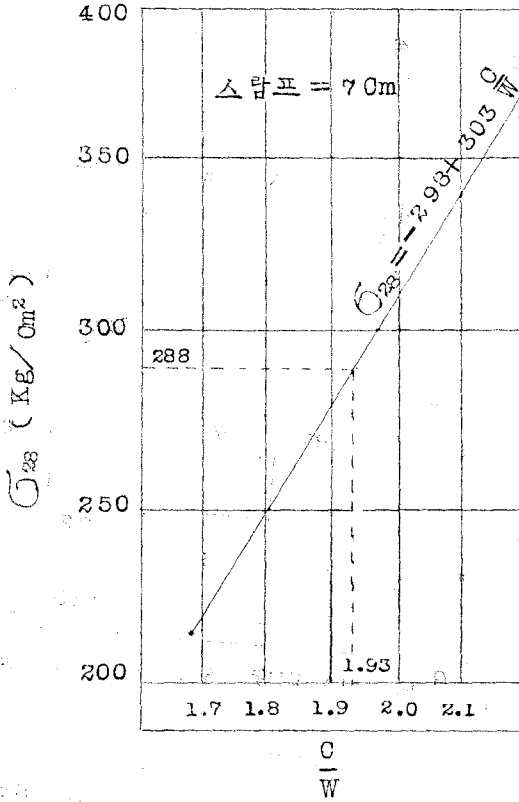
$$\text{即 } = 250 \times (1.00 + 0.15) = 288 \text{ Kg/Cm}^2$$

로 보아서 그림 - 3 에서 288Kg/Cm<sup>2</sup> 에 相當하는  $\frac{C}{W}$  는 1.93 이다.

그래서 強度로부터 必要한  $\frac{W}{C}$  는 0.518 이 된다. 또 콘크리트의 耐久性으로부터 必要한  $\frac{W}{C}$  는 3. 에서 記述한바 0.53 以下이다.

그래서 이 두 強度 및 耐久性으로부터 必要한  $\frac{W}{C}$  를 比較하여 작은 便을 採択함은 當然하다.

그림 - 3  $\frac{C}{W}$ 와  $\sigma_{28}$ 과의 關係



그러므로 이 경우에는 0.51로 定한다.  $\sigma_{28}$ 까지 試驗할 時日의 餘裕가 없을 때는 不得已  $\sigma_7$ 을 試驗하여 그 結果로부터  $\sigma_{28}$ 을 推定해도 좋지만  $\sigma_{28}$  試驗을 略해서는 안되며 28日 後의 試驗値가  $\sigma_7$ 로부터의 推定値보다 커서 는 안된다.

事情에 依하여 試驗하지 않고  $\frac{W}{C}$ 를 定할 때는 普通 포트랜드 시멘트를 使用하여 Ⅲ에 記述한 式에 代入하여 求한다. 但、이때는  $\sigma_{28}$ 은 所 要 壓 縮 強 度 보다 15% 增加시킨 値를 代入하여 求한다.

11. 示方配合

以上 記述한 바로서 的 所 要의 콘크리트의 配合은 다음과 같다.

水, 시멘트 重量比 = 0.51

細粗骨材 重量比 = 1.90

單位水量 = 152Kg

單位시멘트量 =  $\frac{152}{0.51} = 298\text{Kg}$

콘크리트 1 m<sup>3</sup> 中 骨材의 絶對容積 =  $1 - \frac{152}{1000} - \frac{298}{3.15 \times 1000}$   
 = 0.7534 m<sup>3</sup>

$$\text{骨材의 平均 比重} = \frac{1 + 1.90}{\frac{1}{2.63} + \frac{1.90}{2.65}} = 2.64$$

$$\text{單位 骨材量} = 0.7534 \times 2.64 \times 1000 = 1,989 \text{ Kg}$$

$$\text{單位 細骨材量} = 1989 \times \frac{1}{1 + 1.90} = 686 \text{ Kg}$$

$$\text{單位 粗骨材量} = 1989 \times \frac{1.90}{1 + 1.90} = 1,303 \text{ Kg}$$

即 示方配合

單位	시멘트量	298 Kg
"	水 量	152
"	細骨材量	686
"	粗骨材量	1,303

이 된다.

### 12. 現場配合

示方配合에 있어서의 骨材는 表面乾燥 飽和狀態로서 細骨材는 5 mm 標準篩에 殘留하는 粒은 包含치 않으며 粗骨材는 5 mm 標準篩에 通過하는 粒은 亦是 包含치 않는다. 그러나 現場의 骨材는 그렇지 못하므로 반드시 現場配合으로 고쳐서 使用해야 한다. 가령 現場 骨材의 條件이 다음과 같다면

$$\text{細骨材의 表面水量} = 3.5 \%$$

$$\text{粗骨材의 表面水量} = 0.8 \%$$

$$5 \text{ mm 篩에 남는 細骨材 量} = 3.0 \%$$

$$5 \text{ mm 篩에 通過하는 粗骨材의 量} = 4.3 \%$$

以上の 條件으로 11. 에서의 示方配合을 現場配合으로 고쳐 보기로 한다.

콘크리트 1 m<sup>3</sup>에 所要되는 材料의 量은 다음과 같다.

시멘트..... 298 Kg

示方配合의 細粗骨材는 表面乾燥飽和狀態로서 各各 다음의 量(細骨材  $x$  Kg, 粗骨材  $y$  Kg)을 使用하지 않으면 안된다.

$$\begin{cases} x + y = 1,989 \\ 0.03x + 0.957y = 1,303 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 648 \text{ Kg} \dots \text{表面乾燥飽和狀態의 細骨材} \\ y = 1,341 \text{ Kg} \dots \text{表面乾燥飽和狀態의 粗骨材} \end{cases}$$

細骨材 및 粗骨材는 表面水를 包含하므로

計量해야 할 細骨材 =  $648 \times 1.035 = 671 \text{ Kg}$

計量해야 할 粗骨材 =  $1,341 \times 1.008 = 1,352 \text{ Kg}$

細粗骨材의 表面水 =  $648 \times 0.035 + 1,341 \times 0.008 = 33 \text{ Kg}$

計量해야 할 물 =  $152 - 33 = 119 \text{ Kg}$

即 現場配合은

시멘트	298 Kg
水	119 Kg
細骨材	671 Kg
粗骨材	1,352 Kg

로 고쳐진다.

13. 以上에서 記述한 바는 細粗骨材는 모두 粒度의 크기에 따라 篩 가름을 하지 않은 때이며 이 細粗骨材가 共히 數種으로 篩 가름을 하여서 各種 크기의 粒의 使用量을 여러가지로 變化하여 各種의 粒度의 骨材에 對하여 試的 方法을 行하여 研究하면 最適의 配合를 가려낼 수 있다. 이때는 試驗 枚數의 數가 대단히 많아 저서 各種 粒으로 된 組合의 變化를 系統的으로 研究한다. 土木學會에서 規定하는 粒度의 範圍를 參考로 하면 比較的 容易하게

目的을 達成할 수 있다.

### VIII. AE 콘크리트의 配合設計

1. AE 콘크리트라 함은 空氣連行 콘크리트 (Air Entrained Concrete)의 略稱으로 이에 對한 說明은 省略하고 그 配合에 對해서만 論하기로 한다.

AE劑 (Air Entrained Agent)를 使用한 콘크리트는 이를 使用하지 않은 콘크리트에 比하여 耐久性이 顯著하게 優秀하며 同時 워카비리티도 越等 良好하다. 이 AE 콘크리트에 使用하는 量은 極히 少量이므로 外國製 (國內產은 아직 없음)의 것을 使用한다해도 價格은 無視할 수 있을 程度이므로 콘크리트製品의 原價는 거의 變動없다.

試驗結果의 一例로서 스톱프 1.50m이고  $\frac{G}{S}$ 가 커서 거칠고 材料 分離의 傾向이 있는 콘크리트에 AE劑를 加하여 混合, 4%의 空氣 量을 連行시킨 AE 콘크리트는 相當히 플라스틱하고 그 스톱프가 70m로 增加하였다. 이는 微小한 空氣泡 (直徑 0.02 ~ 0.05mm의 空氣泡가 콘크리트 1m<sup>3</sup> 400億 ~ 6,000億個가 散布한다함)가 콘크리트中에 均等히 分布되어 骨材粒間에 다치 空氣製의 볼베어링 (Ball Bearing)의 인 役割을 하여 워카비리티가 좋게되고 따라서 스톱프가 增加하는 것이다. 또한 이런 空氣의 微泡가 생김으로써 콘크리트의 콘시스턴스가 增加하여 같은 스톱프의 콘크리트를 만들 때에도 AE콘크리트는 AE劑를 쓰지 않은 콘크리트보다 單位水 量을 減少하게 한다. 따라서 同一 시멘트를 使用하는 콘크리트라도 AE 콘크리트는 同一 워카비리티에 對한 水 시멘트 重量比 ( $\frac{W}{C}$ )를 작게 한다.  $\frac{W}{C}$ 를 적게하면 強度는 커지지만 空氣量의 增加로 隨伴하는 強度減少로 말미암아 AE劑를 使用하지 않은 콘크리트에 比하여 大

차없는 강도를 갖는다. 그리고 콘크리트의 공기량을 어느程度 以上으로 크게 하면 耐久性은 그리 增加하지 않고 強度는 相当히 弱해진다.

그러므로 AⅡ 콘크리트는 適當한 空氣量의 것이 使用되겠끔 極히 注意를 要한다. 空氣量이 10% 以上이 되면 耐久性도 오히려 減少한다.

2. 콘크리트中에 進行된 空氣의 微泡의 性質은 AⅡ 劑의 種類 및 使用量에 따라서 相異할뿐 아니라 시멘트의 粉末度, 시멘트 使用量, 骨材의 粒度, 骨材粒의 形狀, 콘크리트의 混合時間, 콘크리트의 콘시멘트, 混合時의 콘크리트의 溫度 等に 依하여도 相異하게 된다.

故로 工事現場에서 空氣量을 時時로 試驗할 必要가 있다. AⅡ 콘크리트를 使用함으로써 워카비리티가 좋아 便利하다고 하여 空氣量 및 強度試驗도 하지않고 使用함은 危險한 일이다.

지금 저 現場은 이 AⅡ 劑를 200 만큼 使用한다 하면 이 現場은 저 現場과 같은 시멘트를 使用하여 같은 스텝크의 콘크리트를 만들 것이므로 AⅡ 劑는 100 만 使用하면 된다고 速斷함은 크게 잘못이다. AⅡ 劑의 使用量에 따라 생기는 空氣量은 경우에 따라 變化한다는 것을 잊어서는 안된다.

AⅡ 콘크리트의 空氣量 測定方法은 重量方法, 容積方法 및 壓力方法이 있는데 各各 그 長短이 있으나 注意를 要하여 試驗하면 大体로 같은 結果를 얻을 수 있다.

3. AⅡ 콘크리트의 配合은 VI ~ VII 에 準한 試的方法이 便利하다.

(1) 우선 適當하다고 생각되는 空氣量을 選定한다. (表-8 參照)

(2) 水 시멘트 重量比 ( $\frac{W}{C}$ )

콘크리트의 耐久性으로부터 必要한  $\frac{W}{C}$  는 表-2 로부터 定한다.

適當한 空氣量을 갖는 AⅡ 콘크리트는 耐久性이 顯著하게 크게 되므로 表-2에 表示한  $\frac{W}{C}$ 보다 큰  $\frac{W}{C}$ 를 使用할 수도 있지만 安全을 期하기 爲하여는 表-2를 그대로 使用함이 좋다.

콘크리트의 強度로부터 必要한  $\frac{W}{C}$ 를 選定함에는 使用하는 材料에 對해서 試驗을 하지 않으면 안된다. AⅡ 콘크리트의 경우에는  $\frac{W}{C}$ 의 代身 空隙 시멘트 比( $\frac{V}{C}$ )를 생각하여 試驗의 結果로부터  $\frac{V}{C} - G_{23}$  曲線을 그리고 그리 曲線上에서 所要의 強度에 相當하는  $\frac{V}{C}$ 를 求하면 所要의  $\frac{W}{C}$ 를 求할 수 있다.

$$\frac{V}{C} = \frac{(\text{單位水의 容積}) + (1\text{m}^3 \text{中 空氣容積})}{(\text{單位시멘트의 絶對容積})} \text{로 된다.}$$

不得已 試驗을 하지 못할 경우에는  $\frac{W}{C}$ 를 一定하게 維持하면서 空氣量을 1% 增加(減少)시키면 콘크리트의 強度는 4~6% 減少(增加)한다고 봐도 좋다.

(3) 現場 콘크리트의 施設方法, 콘크리트 部材의 形狀 및 치수, 鐵筋의 配置 등을 考慮하여 適當한 스톱프를 定한다. (表-3參照)

一般적으로 같은 스톱프의 경우에도 AⅡ 콘크리트의 使이 普通 콘크리트보다 워카빌리티가 良好하므로, 施工이 容易하고 安全한 範圍에서 可及的 작은 스톱프를 挾함이 좋다.

(4) 現場의 狀況에 따라 粗骨材의 最大 치수를 定한다. (表-3參照)

(5) 適合한 粗細骨材 重量比( $\frac{G}{S}$ ) 및 單位水量(W)을 選擇한다. (表-8參照)

表-8은 Vinsol 및 Darex를 使用하여 適當한 量의 空氣泡를 갖는 AⅡ 콘크리트를 만들때의 極히 標準을 表示한 것으로서 其他의 AⅡ劑를 使用할 때는 이 表보다 相當히 相異한 W를 使用하지 않으면 안될 때가 있다.



表-4와 表-8을 比較한 結果를 보더라도 AE劑를 加한 콘크리트는 普通의 것보다 워카비리티가 良好함이 뚜렷하다. 表-8에 나타난 空氣量은 微泡空氣(Entrained Air)뿐만 아니라 AE劑를 使用하지 않은 콘크리트에서도 생기는 空氣(Entrapped Air)도 包含한 것이다. AE 콘크리트가 아니라도 플라스틱하고 워카블한 콘크리트에는 粗骨材의 最大치수에 따라 大略 表-9와 같은 空氣(Entrapped Air)量을 갖는다.

表-8 粗細骨材 重量比 및 單位水量의 參考表(AE 콘크리트)

이 表는 普通 粒度의 모래 및 粗骨材를 使用하여, 水 시멘트 重量比 = 約 0.55, 스톱프 = 約 7.50mm의 AE 콘크리트에 對한 것으로서 使用하는 모래의 粗粒率은 約 2.75의 경우이다. 細粗骨材의 比重은 同一하다고 봄.

粗骨材 最大 寸수 (mm)	適合한 空氣量 (%)	粗細骨材 重量比 (G/S)	單位水量(W) (Kg)
15	6 ± 1	1.13	172
25	4.9 ± 1	1.46	158
30	4.5 ± 1	1.70	154
40	4.2 ± 1	1.86	149
60	4 ± 1	2.23	140
80	3.7 ± 1	2.45	134
150	3.2 ± 1	2.95	121

表-8을 利用할 때의 注意事項

(a) 만들고자 하는 콘크리트의 水 시멘트 重量比( $\frac{W}{C}$ )가 0.55와 相異할때는  $\frac{W}{C}$ 와 0.55와의 差에 對하여  $\frac{G}{S}$ 의 值를 加減한다. 即  $\frac{W}{C}$ 의 0.05 增加(減少)할 때마다  $\frac{G}{S}$ 를 表의 值보다 0.08만큼 작게(크게) 挾한다. W는 表의 值와 變動없음.

(b) 일고자 라는 콘크리트의 스톱프가 7.5 Cm와 相異할 때는 스톱프가 2.5 Cm 增加(減少)할 때마다 W를 表의 值보다 3%만큼 크게(작게) 挾한다. 이때  $\frac{G}{S}$ 는 不變

(c) 使用하는 細骨材의 粗粒率(Finess Modulus, F.M)이 2.75와 相異할 때는 F.M의 0.1의 增加(減少)에 對하여  $\frac{G}{S}$ 를 表의 值보다 0.04 만큼 작게(크게) 取한다. 이때 W는 不變

(d) 碎砂를 使用할 때는  $\frac{G}{S}$ 를 表의 值보다 0.15 ~ 0.25 만큼 작게하고 W를 6 ~ 9 Kg 크게 挾한다.

(e) 碎石을 使用할 때는  $\frac{G}{S}$ 를 表의 值보다 0.25 ~ 0.40 만큼 작게 取하고 W를 9 ~ 15 Kg 크게 取한다.

(f) 表의 值와 相異한 空氣量을 要할 때는 空氣比 1%의 增加(減少)에 對하여  $\frac{G}{S}$ 를 表의 值보다 0.04 ~ 0.08 만큼 크게(작게) 取하며 W를 3% 減少(增加)시킨다.

(7) 普通의 경우보다도 워카비리터가 多少 나빠도 크게 支障이 없는 경우 即 道路의 콘크리트版과 같을 경우에는 表의 值보다  $\frac{G}{S}$ 를 0.2 만큼 크게하고 W를 5 Kg 만큼 줄인다.

(8) 以上에서 記述한 바를 參考로 하여 試驗배치의 所要材料를 計算하면 試的方法에 依한 最適의 配合를 定할 수 있다.

(a) 콘크리트의  $\frac{W}{C}$ 를 變更하여 同一 스톱프의 것으로 하기 爲해서는  $\frac{W}{C}$ 의 0.05의 增加(減少)에 對하여  $\frac{G}{S}$ 를 0.08 만큼 減少(增加)하면 된다. 이때 W는 같은 值를 取한다.

(b)  $\frac{W}{C}$ 를 一定하게 維持하면서  $\frac{G}{S}$ 를 0.15 만큼 減少(增加)하여 同一 스톱프의 콘크리트를 일고자 하면 W를 約 3 Kg 增加(減少)하면 된다.

(c)  $\frac{W}{C}$  및  $\frac{G}{S}$ 를 一定하게 維持하면서 스톱프를 달리 하고자

할 때는 2.5 Cm 스톱프增加(減少)에 對해서 3% W의 增加(減少)가 必要하다.

(d) 空氣量의 增加(減少)를 爲하여는 AE劑量의 增加(減少)가 必要하다.  $\frac{W}{G}$ 가 같고 空氣量이 相異한 콘크리트를 얻고자 하려면 空氣量 1%의 增加(減少)에 對하여  $\frac{G}{S}$ 를 0.04 ~ 0.08 增加(減少)함과 同時 W를 3% 減少(增加)하면 스톱프를 一定하게 할 수 있다. 使用할 AE劑의 大體의 値는 콘크리트 1 m<sup>3</sup>에 對하여 Vinsol 粉末 35g, 300cc의 Darex를 使用하면 大略 4%의 空氣量을 얻을 수 있다.

AE劑를 使用하여 생기는 空氣量은 混合方法이 달라지면 相異하게 되므로 試驗 베치는 반드시 믹서(Mixer)로 試驗해야 한다.

表 - 9 AE 콘크리트가 아닌 콘크리트에 混入되는 空氣量의 略值

粗骨材의 最大値數 (mm)	5 (Mrtax)	10	15	20	25	40	50	80	150
空 氣 量 (%)	6	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

以上 記述한 바는 普通 및 AE 콘크리트의 配合設計의 概略인 것으로서 AE 콘크리트 配合設計의 實例는 紙面關係上 省略한다.

< 参 考 文 獻 >

1. Design and Control of Concrete Mixture      Portland Cement Association
2. 韓國工業規格      KS - F
3. 콘크리트의 配合設計      日本시멘트技術協會
4. 大韓콘크리트 標準示方書      大韓土木学会
5. 콘크리트 및 鉄筋콘크리트 施工方法      吉田徳次郎