

레미콘 回收水의 콘크리트용 用水로써의 再活用に 관한 연구(Ⅲ)

— 콘크리트 適用實驗을 中心으로 —

韓千求* 潘好鎔* 柳顯紀** 尹起源** 禹相六** 金基喆**
 < * 淸州大學校 建築工學科 教授, ** 淸州大學校 建築工學科 大學院 >

1. 序 論

레미콘 生産 工場에서 필연적으로 發生되는 回收水는 産業 副産物로서 이를 廢棄處分하는 경우에는 環境保存 목적상의 어려움과 經濟的인 면으로도 많은 費用이 지출되는 등 문제시 되므로 이를 레미콘 生産에 再利利用하는 効果的인 活用方案이 要求된다.

그러므로 本 研究에서는, 前 研究 (Ⅰ), (Ⅱ)에 이은 最終報로써, 前 (Ⅱ)의 回收水를 모르터에 이용한 實驗結果에서 상등수를 用水로 使用하는 것은 전혀 문제가 없는 것으로 밝혀졌고, 回收水 發生後 12시간 이내에 回收水를 再利利用한다면 슬러지를 단위시멘트에 대하여 4%까지 사용하여도 모르터 品質에는 별다른 문제점이 없는 것으로 밝혀졌음에, 本 報에

서는 레미콘 回收水를 一般強度 및 高強度 콘크리트에도 이와 유사하게 適用하여 回收水의 슬러지 含有量이 균지 않은 상태 및 硬化 콘크리트 상태의 諸般 性質에 미치는 影響을 綜合的으로 分析하므로써, 實務의 回收水 利用 레미콘 生産에 한 參考資料로 提示하고자 함에 本 研究의 目的이 있다.

Ⅱ. 實驗計劃 및 方法

2. 1 實驗計劃

本 研究의 實驗計劃은 표 1과 같다. 즉, 配合事項으로 먼저, W/C는 40%, 60%의 2개 水準으로 하였고, AE제 添加量은 콘크리트 混合後의 目標 空氣量을 $5 \pm 1\%$ 로 하여 實驗配

표-1. 實 驗 計 劃

W/C (%)	AE제 量 (%)	슬러지 含有率 (%)	放置 時間 (h)	아직균지 않은 콘크리트				硬化 콘크리트			
				슬럼프	슬럼프 플로우	單位容 積重量	空氣量	壓縮強度	乾燥收縮	反撥度	超音波 速度
40	0.05	0	12	○	○	○	○	7, 28일	1일, 1주, 2주, 3주, 4주, 8주, 12주	28일	
	0.10	1.5									
60	0.02	3.0									
	0.04	4.5 6.0									

습을 통하여 W/C 40%에서는 단위시멘트량에 대하여 0.05%, 60%에서는 0.02%를 표준량으로 정하였는데, AE제添加量變化에 따른性狀을 空明하기 위하여 각 W/C에서 AE제를標準量의 2배로 變化시켜 比較 分析하도록 하였다. 또한, 슬러지 含有率은 단위 시멘트량에 대하여 0%, 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.0%의 5개 水準으로 하였는데, 이때 첨가하는 슬러지는 骨材로 간주하여 配合計算하였으며, 回收水의 放置時間은 12시간 1개수준으로 고정하였다. 또한, 目標 슬럼프치는 슬러지 含有率 0%인 수도수를 基準으로 각 W/C에서 AE제標準量 添加인 경우 10±2cm가 되도록 實驗配合으로 單位水量(W/C 40% : 200kg/m³, W/C 60% : 185kg/m³) 및 骨材率(W/C 40% ; 38%, W/C 60% ; 46%)을 정하여 각 配合에 適用하게 適用하였다.

測定項目으로는 굳지않은 콘크리트에서 슬럼프 및 슬럼프 플로우, 單位容積重量 및 空氣量을 측정하도록 하였고, 硬化 콘크리트에서는 乾燥收縮에 의한 길이변화 및 壓縮強度를 各 재령에서 測定하였고, 특히 재령 28일에서는 壓縮強度를 측정하기 전에 非破壞試驗으로 反撥度 및 超音波速度도 測定하도록 實驗計劃하였다.

2. 2 使用材料

本 實驗에 사용한 시멘트는 國內產 S社의 보통 포틀랜드 시멘트를 使用하였고(표 2 참조), 骨材는 충북 청원군 미호천산 천연사를 使用하였으며, 굵은 骨材는 충북 청원군 옥산 산 쇄석을 使用하였다.(표 3 참조).

물은 청주시 상수도를 使用하였는데, 回收水는 수도수에 슬러지 固形分을 既存의 文獻을 參考하여 骨材 미립분과 시멘트의 比率를 1:4로 混合, 슬러지 含有率을 實驗計劃과 같이 變化시켜 제조하고 12시간 放置한 후에 使用하였다. 混和劑로 AE제는 國內產 J社 製品을 使用하였다.

표 2. 시멘트의 物理的 性質

比重	粉末度		凝結 時間		Auto-Clave (%)	壓縮強度 (kg/cm ²)		
	Blaine (cm ² /g)	88μ (%)	初結 (分)	終結 (分)		3日	7日	28日
3.15	3,120	0.8	270	410	0.09	189	268	374

표 3. 잔·굵은 骨材의 物理的 性質

區 分	比 重	吸 水 率 (%)	粗 粒 率 (F.M)	單位容 積重量 (kg/m ³)	空 隙 率 (%)	粒形判 定實績 率(%)
잔骨材	2.56	1.76	2.61	1.457	43.1	53.8
굵은骨材	2.70	0.68	6.73	1.580	41.5	55.9

2. 3 實驗方法

本 研究의 實驗方法으로 굳지않은 콘크리트에서 슬럼프는 KS F 2402, 슬럼프 플로우는 슬럼프 시험이 끝난 후 흘러내린 콘크리트의 최대 지름과 이에 직교하는 지름을 測定하여 두값의 平均으로 하였다. 또한, 單位容積重量은 KS F 2409, 空氣量은 KS F 2421에 의거 實施하였으며, 供試體의 製作 및 養生은 ϕ10×20cm 원주체로 KS F 2403의 標準的인 方法으로 실시하였다.

硬化 콘크리트의 實驗方法으로 壓縮強度는 7, 28일 재령에서 KS F 2405의 方法에 의거 실시하였는데 단, 28일 재령에서는 壓縮強度를 측정하기 전에 非破壞試驗으로 反撥度 및 超音波速度도 측정하였다. 이때 使用한 試驗 機具로 슈미트 햄머는 일본 Kamekura Seiki사의 NR형, 超音波速度 測定機는 영국 C.N.S Electronics사의 PUNDIT(주파수 54KHz)를 利用하였다.

反撥度 測定 方法은 壓縮強度 시험 직전에 3cm 방안을 공시체의 表面에 표시한 것을 壓縮強度 시험기에 걸고 25kg/cm²의 壓力이 미치도록 固定시킨 다음 打擊角度 0°인 側面打擊으로 20개 측정에 대한 平均値를 反撥度로 취하였다.

超音波速度測定은 反撥度 측정이 완료된 공 시체에 대하여 양단부에 그리이스를 얇게 도포 하고 외부지름 10cm, 내부지름 5.08cm의 원판을 밀착하여 中央을 정확히 맞춘 다음 超音波 傳波時間을 측정하였으며, 다시 발진자 및 수 진자의 위치를 바꾸어 동일한 요령으로 재차 측정한 다음 두값의 平均値를 구하여 다음 식 에 의거 超音波速度를 구하였다.

$$\text{超音波速度(km/sec)} = \frac{\text{공시체 길이(km)}}{\text{초음파전파시간(sec)}}$$

또한, 乾燥收縮에 의한 길이변화는 KS F 2424의 다이알 게이지 方法으로 實施하였다.

Ⅲ. 實驗 結果 및 分析

3. 1 굳지않은 콘크리트의 特性

그림 1 및 2는 W/C 및 AE제 添加量別로 슬러지 含有率 變化에 따른 슬럼프와 슬럼프 플로우를 비교한 것으로, 전반적인 傾向은 AE제 添加量이 증가할수록 增加하고, 슬러지 含有率이 增加할수록 약간의 변동은 있으나 대체로 저하하는 傾向을 나타내고 있다.

AE제 添加量이 많아지면 미세한 연행공기의 불베어링 作用으로 슬럼프도 크게 나타났으나 단, 슬러지 含有率 變化에 따라서는 슬러지 含有率 1.5%에서 슬럼프가 큰 것으로 나타났고 그 이후에서는 減少하는 傾向으로 나타났

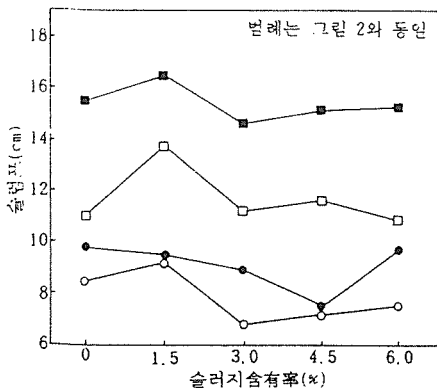


그림 1. 슬러지 含有率 變化에 따른 슬럼프

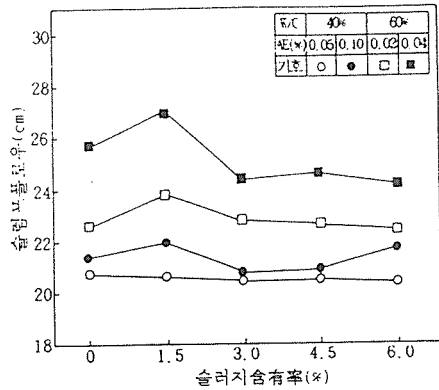


그림 2. 슬러지 含有率 變化에 따른 슬럼프 플로우

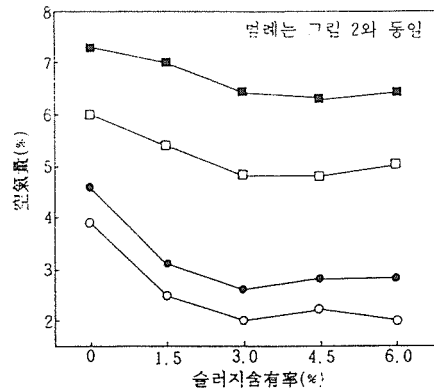


그림 3. 슬러지 含有率 變化에 따른 空氣量

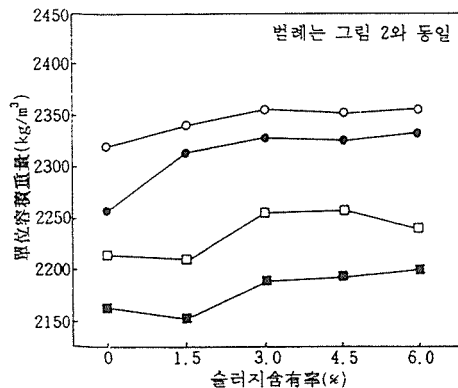


그림 4. 슬러지 含有率 變化에 따른 單位容積重量

데, 특히 슬러지 含有率 1.5%에서 W/C 60% 인 경우는 슬러지 미립분이 流動性을 增大시켜

W/C 40%보다 큰 流動性增加를 나타내었는데, 슬러지 含有率이 1% 증가할 경우 슬럼프의 變化傾向은 W/C 40%의 경우 2% 減少, W/C 60%의 경우는 1%가 減少되는 것으로 환산되었다(표 4참조).

슬럼프 플로우도 슬럼프와 유사한 傾向으로 AE공기량이 작을수록, 슬러지 含有率이 增加할수록 슬럼프 플로우는 低下하는 것으로 나타났는데, 슬러지 含有率 1% 增加時의 슬럼프

플로우 減少率로 환산하면 W/C 40%에서는 0.2%, W/C 60%에서는 1%의 減少가 나타나는 것으로 分析되었다.(표 4 참조).

그림 3 및 4는 전과 동일한 요령으로 空氣量과 單位容積重量을 나타낸 것으로 전반적으로 AE제 使用量이 減少할수록 슬러지 含有率이 增加할수록 空氣量은 減少하고, 이와는 반대로 單位容積重量은 增加하는 것으로 나타났으며, 특히 富配合인 W/C 40%에서 60%보

표 4. 슬러지 含有率 1% 增加時 콘크리트의 諸 性質 變化 및 推定 回歸式

區 分	W/C (%)	AE제 (%)	回 歸 式	相關係數	變 化 量 (+ : 增加, - : 減少)
슬럼프	40	0.05	$S = -0.2667 \cdot SL + 8.56$	0.5742	-0.27cm(3.15%)
		0.10	$S = -0.1467 \cdot SL + 9.52$	0.3663	-0.15cm(1.58%)
	60	0.02	$S = -0.1600 \cdot SL + 12.18$	0.3151	-0.16cm(1.31%)
		0.04	$S = -0.1333 \cdot SL + 15.78$	0.4486	-0.13cm(0.82%)
슬럼프 플로우	40	0.05	$SF = -0.0667 \cdot SL + 20.78$	0.9623	-0.067cm(0.32%)
		0.10	$SF = -0.0200 \cdot SL + 21.44$	0.0893	-0.020cm(0.09%)
	60	0.02	$SF = -0.1067 \cdot SL + 23.16$	0.4558	-0.107cm(0.46%)
		0.04	$SF = -0.3533 \cdot SL + 26.26$	0.7226	-0.353cm(1.34%)
空氣量	40	0.05	$A = -0.2733 \cdot SL + 3.34$	0.8122	-0.273%(8.17%)
		0.10	$A = -0.2600 \cdot SL + 3.96$	0.7579	-0.260%(6.57%)
	60	0.02	$A = -0.1733 \cdot SL + 5.72$	0.8062	-0.173%(3.02%)
		0.04	$A = -0.1667 \cdot SL + 7.18$	0.8906	-0.166%(2.31%)
單位容積重量	40	0.05	$W = 5.60 \cdot SL + 2330$	0.8761	+6kg/m ³ (0.26%)
		0.10	$W = 10.67 \cdot SL + 2281$	0.8182	+11kg/m ³ (0.48%)
	60	0.02	$W = 6.40 \cdot SL + 2219$	0.7126	+6kg/m ³ (0.27%)
		0.04	$W = 7.20 \cdot SL + 2155$	0.9138	+7kg/m ³ (0.32%)
壓縮強度	7 日	40	$F_c = 7.00 \cdot SL + 236$	0.7926	+7kg/m ³ (2.97%)
			$F_c = 11.87 \cdot SL + 192$	0.9609	+12kg/m ³ (6.25%)
		60	$F_c = 9.73 \cdot SL + 97$	0.8943	+8kg/m ³ (8.25%)
			$F_c = 0.33 \cdot SL + 104$	0.0930	+0.33kg/m ³ (0.32%)
	28 日	40	$F_c = 2.27 \cdot SL + 332$	0.1980	+2kg/m ³ (0.60%)
			$F_c = 5.40 \cdot SL + 294$	0.5901	+5kg/m ³ (1.70%)
		60	$F_c = 4.20 \cdot SL + 174$	0.6716	+4kg/m ³ (2.30%)
			$F_c = 8.47 \cdot SL + 139$	0.9231	+8kg/m ³ (5.76%)

* S : 슬럼프(cm), SF : 슬럼프 플로우(cm), A : 空氣量(%), W : 單位容積重量(kg/m³)

F_c : 壓縮強度(kg/cm²), SL : 슬러지 含有率(%)

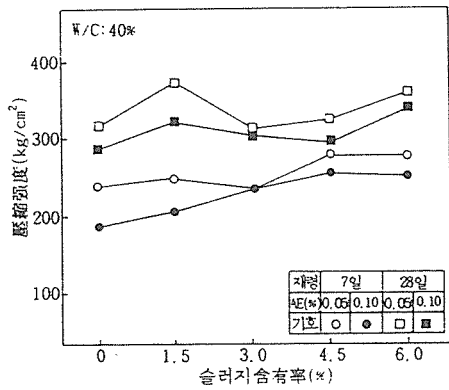


그림 5. 슬러지 함유율 변화에 따른 압축강도

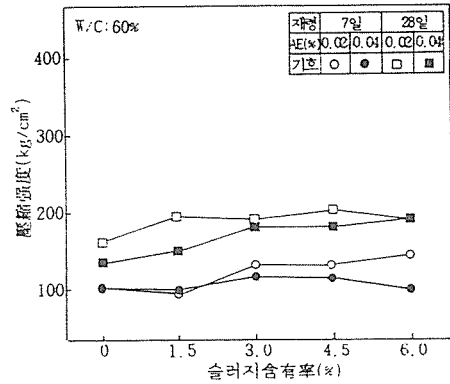


그림 8. 슬러지 함유율 변화에 따른 압축강도

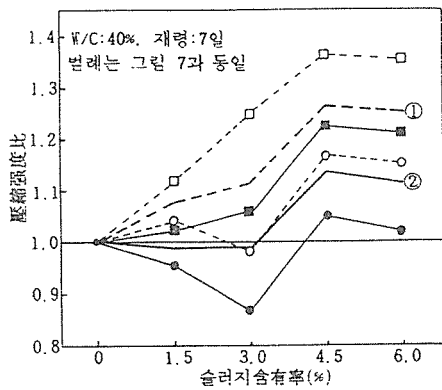


그림 6. 슬러지 함유율 변화에 따른 압축강도비

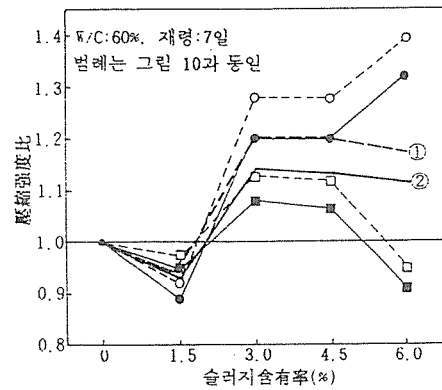


그림 9. 슬러지 함유율 변화에 따른 압축강도비

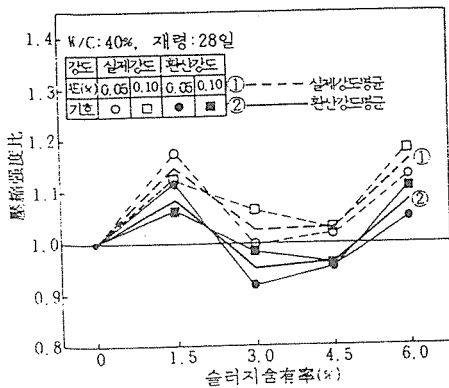


그림 7. 슬러지 함유율 변화에 따른 압축강도비

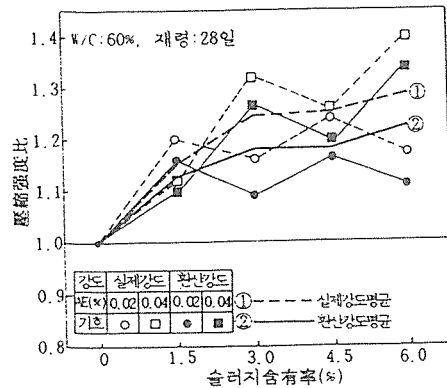


그림 10. 슬러지 함유율 변화에 따른 압축강도비

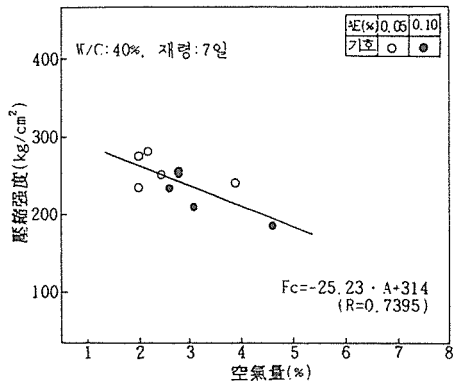


그림 11. 空氣量 變化에 따른 壓縮強度

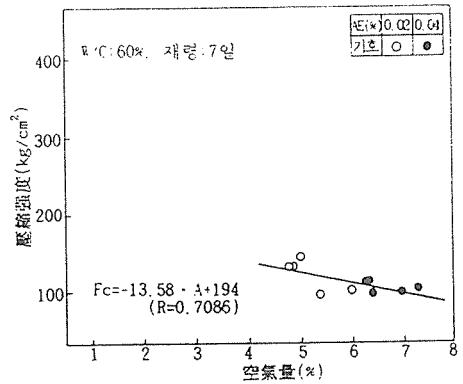


그림 13. 空氣量 變化에 따른 壓縮強度

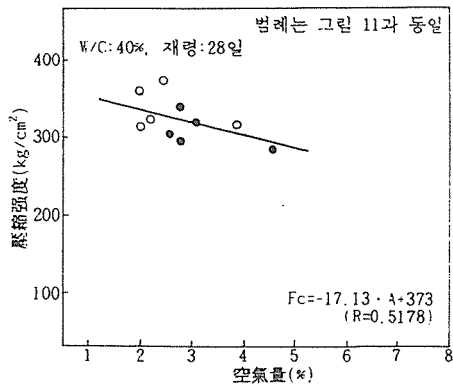


그림 12. 空氣量 變化에 따른 壓縮強度

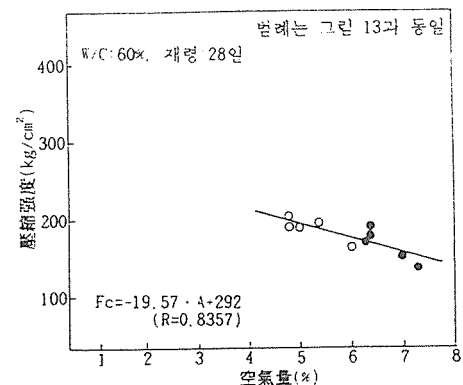


그림 14. 空氣量 變化에 따른 壓縮強度

다 空氣量이 더 크게 減少하였다.

슬러지 含有率이 1% 增加할때 空氣量 變化로 환산하면 W/C 40%에서는 0.3%, 60%에서는 0.2%의 減少를 나타내는 것으로 分析되었고, 슬러지 含有率이 1% 增加할 때 單位容積重量의 變化는 W/C 40%는 0.4%, 60%에서는 0.3%의 增加 傾向으로 환산되었다(표 4 참조).

3. 2. 硬化 콘크리트의 特性

3. 2. 1 壓縮強度 特性

그림 5는 W/C 40%에서 AE제 添加量과 재령별로 구분하여 슬러지 含有率 變化에 따른 壓縮強度를 비교한 것이고, 그림 6 및 7은 그

림 5를 슬러지 含有率 0%인 수도수의 強度를 1.0으로 할 때 슬러지 含有率 變化에 따른 壓縮強度比를 AE제 添加量과 재령별로 구분하여 비교한 그래프인데, 그림중의 점선은 콘크리트의 실제 強度이고, 실선은 표 4 및 그림 11, 12에서와 같이 空氣量에 의하여 減少되는 強度 低下를 고려하여 동일 空氣量일 경우의 壓縮強度로 환산하여 強度比의 變化를 구한 것이며, 굵은선은 각각의 平均을 나타낸 것이다.

먼저, 7일 재령에서는 슬러지 含有率이 增加하면 強度比도 전반적으로 增加하다가 슬러지 含有率 4.5%에서 다시 低下하는 傾向으로 나타나지만, 空氣量의 影響을 제외한 경우에는 슬러지 含有率 3.0%까지는 약 2%의 強度 低



표 5. 空氣量 1% 增加時 壓縮強度의 變化量 및 推定 回歸式

W/C (%)	재령 (일)	回 歸 式	相關係數	變 化 量 (+ : 增加, - : 減少)
40	7	$FC = -25.23 \cdot A + 314$	0.7395	-25kg/cm ² (7.96%)
	28	$FC = -17.13 \cdot A + 373$	0.5178	-17kg/cm ² (4.56%)
60	7	$FC = -13.58 \cdot A + 194$	0.7086	-14kg/cm ² (7.22%)
	28	$FC = -19.57 \cdot A + 292$	0.8357	-20kg/cm ² (6.85%)

下를 나타내고 그 이후에는 增加하다가 減少하는 傾向으로 슬러지 含有率 4.5%에서 가장 큰 強度比를 보이고 있다. 28일 재령에서는 슬러지 含有率 1.5%까지는 強度比가 增加하다가 그 이후에는 減少하는데, 슬러지 含有率 3.0%에서 환산한 強度比가 0.95로 5%의 強度 低下를 나타내고 있어 W/C 40%인 경우 초기 재령에서는 큰 문제가 되지 않으나 재령이 經過할수록 強度가 약간 低下하는 것으로 나타나 결국 슬러지 含有率은 단위시멘트량의 2% 이하로 하는 것이 바람직할 것으로 分析된다.

그림 8은 그림 5와 동일한 요령으로 W/C 60%에서 壓縮強度를 비교한 것이고, 그림 9, 10은 그림 8을 그림 6, 7의 壓縮強度比와 동일한 요령으로 비교한 것이다.

強度比로 7일 재령에서는 슬러지 含有率 1.5%에서 1.0 이하로 저하하고 그 이후에서는 增加하는 傾向으로 나타났으며, 28일 재령에서는 슬러지 含有率이 增加할수록 強度도 계속 增進되는 것으로 나타나 슬러지 含有率 6.0%는 약 20%의 強度 增進을 나타내고 있는데, 이는 W/C 40% 보다 슬러지 첨가에 따른 壓縮強度 增進 효과가 크게 나타나 미립분이 부족한 貧配合에서 슬러지의 添加가 強度發現에 크게 기여하는 것으로 分析된다.

참고로 그림 11~14는 그림 6, 7과 9, 10의 그림중 실선으로 표시된 동일 空氣量의 환산 壓縮強度比를 推定하기 위하여 空氣量과 壓縮強度의 관계를 直線回歸式으로 分析한 것으로 전반적인 경향은 壓縮強度와 공기량은 既存의 理論과 유사하게 負相關의 관계를 나타내고

있는데, 이때의 回歸式은 그림에 제시된 바와 같고, 각 그림에서 空氣量이 1% 增加할 때 W/C 40%의 경우 재령 7일에서는 8%, 28일에서는 5%의 強度 低下, W/C 60%의 경우에는 재령 7일에서 7%, 28일에서는 7%의 強度 低下를 나타내고 있어, 28일 재령의 경우 平均 약 6%의 強度 低下가 나타났다(표 5 참조).

3. 2. 2 反撥度 및 超音波速度

그림 15는 W/C별로 AE제 添加量에 따른 28일 반발도를 슬러지 含有率 變化에 따라 비교한 그래프이다.

당연한 결과이겠지만 壓縮強度가 큰 W/C 40%에서 60%보다 높은 反撥도를 나타내고 있으며, 동일 W/C일지라도 AE제 添加量이 적은 콘크리트가 反撥도는 높게 나타났다. 슬러지 含有率 變化에 따른 反撥도는 W/C 40%

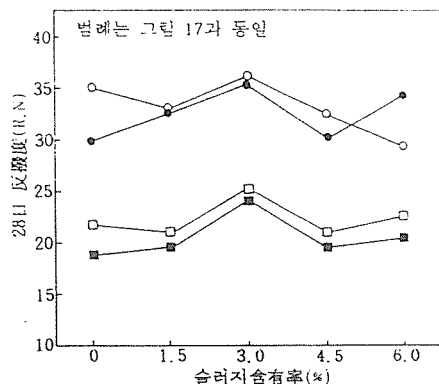


그림 15. 슬러지 含有率 變化에 따른 反撥度

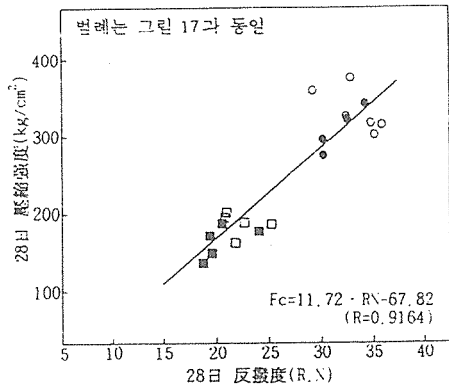


그림 16. 反撥도와 壓縮強度 關係

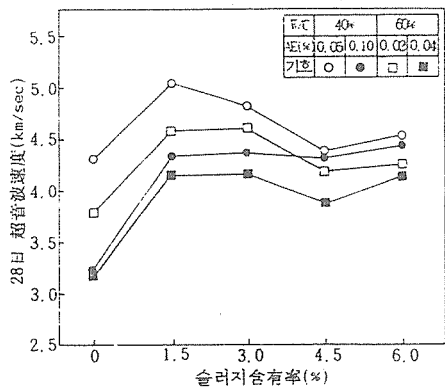


그림 17. 슬러지 함유율 변화에 따른 초음파속도

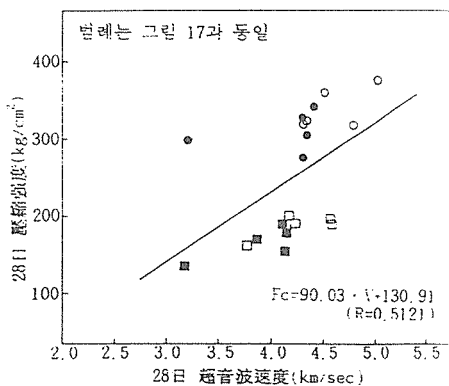


그림 18. 초음파속도와 壓縮強度 關係

및 60% 공히 反撥도는 슬러지 함유율 3.0%까지는 증가하다가 그 이후에는 약간 減少하는 傾向으로 나타났다.

그림 16은 28일 反撥도와 28일 壓縮強度間의 상관관계를 산점도로 나타낸 것으로, 이때 反撥도에서 推定하는 28일 壓縮強度의 回歸式은 그림에 제시된 바와 같고, 상관계수는 0.92로 비교적 양호하게 나타났다.

그림 17은 그림 15와 동일한 요령으로 초음파속도를 비교한 것으로 反撥도와 마찬가지로 W/C 40%와 AE제 添加量이 적은 것이 초음파 傳波속도가 빠르게 나타났는데, 이는 AE제 添加量이 증가하면 콘크리트 内部의 공기량이 증가하므로 초음파와 전파가 공극에 의해 斷折 또는 迂廻되기 때문인 것으로 分析되어진다. 또한, 슬러지가 함유된 경우는 슬러지가 콘크리트의 공극을 충전하여 콘크리트가 밀실하게 되므로 초음파 傳波속도는 빠르게 전파되는 것으로 나타나지만 슬러지 함유율 1.5% 이후에서는 약간 減少하는 傾向으로 나타났다.

그림 18은 초음파속도와 28일 壓縮強度間의 상관관계를 산점도로 나타낸 것으로 回歸式은 그림에 제시된 바와 같은데, 相關係數는 0.51로 反撥도와 壓縮強度와의 相關係數보다 매우 낮은 것으로 나타났다.

3. 2. 3 乾燥收縮에 의한 길이변화

그림 19 및 22는 재령경과에 따른 콘크리트의 乾燥收縮을 W/C별로 나타낸 것으로 재령이 경과할수록 콘크리트는 收縮現狀을 나타내고 있는데, 그 傾向은 W/C 60%보다 40%의 富配合에서 약간 큰 것을 알 수 있다.

그림 20, 21 및 그림 23, 24는 그림 19 및 22에서 슬러지 함유율 변화에 의한 乾燥收縮 傾向을 상세히 분석하기 위하여 W/C별, AE제 添加量별로 구분하여 슬러지 함유율 변화에 따른 乾燥收縮率을 나타낸 그래프로 전반적인 傾向은 슬러지 함유율 3.0%까지는 乾燥收縮이 작게 나타나지만 그 이후에서는 미립분의 증가로 乾燥收縮이 약간 커지는 傾向으로 나타났다. AE제 添加量에 의한 乾燥收縮은 AE제 添加量이 많은 것이 미소하나마 收縮이 적게 나타났다.

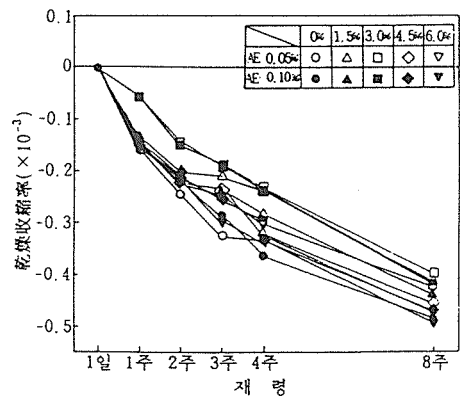


그림 19. 재령경과에 따른 乾燥收縮率(W/C : 40%)

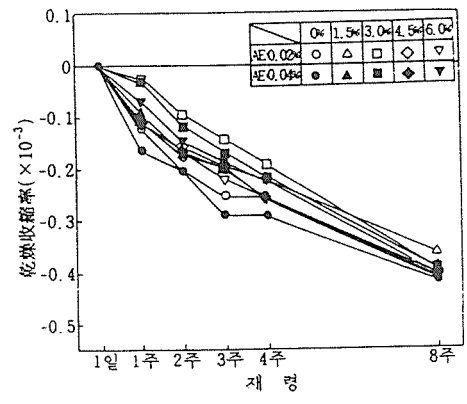


그림 22. 재령경과에 따른 乾燥收縮率(W/C : 60%)

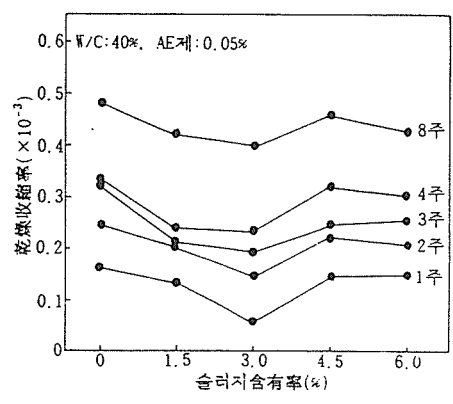


그림 20. 슬러지 함유율 변화에 따른 乾燥收縮率

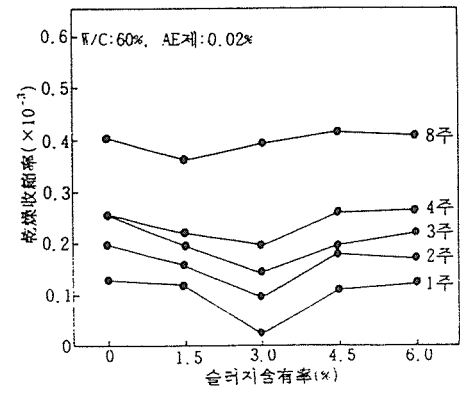


그림 23. 슬러지 함유율 변화에 따른 乾燥收縮率

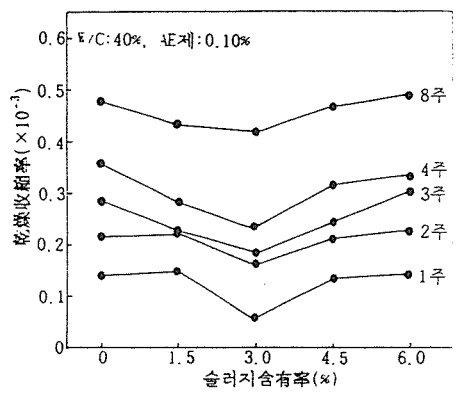


그림 21. 슬러지 함유율 변화에 따른 乾燥收縮率

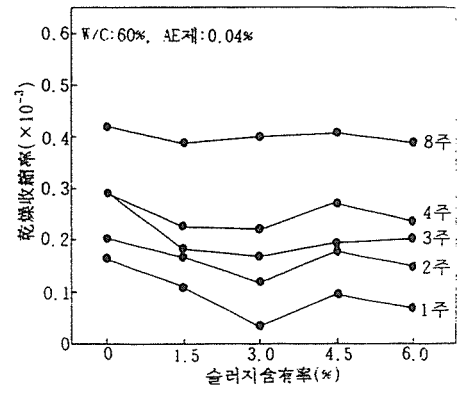


그림 24. 슬러지 함유율 변화에 따른 乾燥收縮率

IV. 結 論

레미콘 回收水를 콘크리트용 用水로 再活用하기 위한 콘크리트 適用實驗에서 굳지 않은 콘크리트 및 경화콘크리트의 特性, 非破壞試驗 및 乾燥收縮에 의한 길이변화 特性을 究明하고자 實驗研究한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 굳지않은 상태의 슬럼프 및 슬럼프 플로우 슬러지 含有率 1.5%까지 增加하다가 그 이후에서는 減少하는 것으로 나타났고, 空氣量 및 單位容積重量은 슬러지 미립분의 公극충진 효과로 슬러지 含有率이 增加할수록 空氣量은 減少하고, 單位容積重量은 增加하는 것으로 나타났다.

2) 경화 콘크리트의 壓縮強度는 AE제 添加量이 적을수록, 슬러지 含有率이 클수록 증가하는데, 특히 슬러지 첨가에 따른 압축강도의 증가 경향은 W/C 40% 보다 W/C 60%에서 크고, 28일보다 7일 재령에서 큰 것으로 나타났다.

3) 空氣量과 壓縮強度는 負相關關係로 空氣量 1% 增加에 따른 壓縮強度 低下는 28일 재령에서 平均 6% 정도로 나타났다.

4) 反撥度 및 超音波速度도 슬러지 含有率 1.5%까지 增加하다가 약간 減少하는 것으로 나타났고, 壓縮強度와의 상관성으로 反撥度는 0.92, 超音波速度는 0.51로 반발도의 경우가 양호한 것으로 나타났는데, 이때 反撥도와 壓縮強度間의 回歸式은 다음과 같다.

$$F_c = 11.72 \cdot R.N - 57.82$$

5) 乾燥收縮에 의한 길이변화는 슬러지 含有率 3.0%까지는 乾燥收縮이 작아지는 경향으로 나타나지만 그 이후에서는 미립분의 增加로 乾燥收縮은 커지고, AE제 添加量이 많은

것에서 空氣量의 영향으로 收縮이 작게 나타났다.

綜合적으로 슬러지 含有率은 前 研究의 모르터 適用實驗에서는 단위시멘트량에 대하여 4%까지 사용하여도 強度에는 문제가 없었으나, 콘크리트의 適用에는 W/C 40%에서 2.0% 이하에서 미소하나마 품질 저하가 나타났으나 W/C 60%에서는 문제점이 없으므로 전 (II)의 모르터 실험결과 및 건조수축 등을 고려할 때 슬러지 固形分의 使用量은 4% 이하로 사용하는 것이 良好한 品質의 콘크리트를 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

끝으로 本 研究는 韓國科學財團과 韓國레미콘 工業協同組合의 協力研究의 일환으로 研究되었음에 위 두 기관에 感謝한다.

參 考 文 獻

1) 韓千求, 潘好鎔, 柳顯紀, 尹起源, 禹相六, 金基喆 : 레미콘 回收水의 콘크리트용 用水로 써의 再活用に 관한 研究(I)-回收水利用度의 說明調査 및 발생된 回收水의 性狀에 관하여-, 韓國레미콘工業協會, 通卷 第37號, 1993.

2) 韓千求, 潘好鎔, 柳顯紀, 尹起源, 禹相六, 金基喆 : 레미콘 回收水의 콘크리트용 用水로 써의 再活用に 관한 研究(II)-시멘트 모르터 適用實驗을 中心으로-, 韓國레미콘 工業協會, 通卷 第38號, 1994.

3) 日本 콘크리트 工學協會 : 回收水 研究 委員會 報告, 1975-3

4) 日本 建築學會 : 建築工事 標準仕様書 同解説(JASS 5 鐵筋 콘크리트 工事), 1984.

5) A.M.Neville : Properties of Concrete, Third Edition, Pitman, 1981.