

# 레미콘 工場에 대한 세척수의 回收再利用 設備의 規定 및 解説(번역)

— 日本 콘크리트 回收水 研究委員會報告書 —

金 孟 起

〈雙龍洋灰工業(株) 성수동工場 품질관리실장〉

레미콘 工場에서 필연적으로 발생되는 세척수에 의한 상등수 및 Sludge는 資源의 有效利用과 環境保수의 차원에서 고려되어야 할 중요한 사항이다. 그러므로 이와같은 폐기물을 콘크리트 原材料로 回收하여 再利用하므로 원가절감에 기여한다는 점과 배출오염원 제거라고 하는 環境的인 장점면에서 볼 때 國內 레미콘 工場의 實務者들이 반드시 풀어야 할 宿題인 것이다.

물론 국내에서도 1988년을 기점으로 하여 일부 레미콘 公장에서 세척실비를 활용하고 있으며 계속해서 도입공장이 증가하는 추세에 있다. 따라서 設備를 效率的으로 設置하고 콘크리트의 品質을 效果的으로 管理하는데 도움을 주고자 日本 콘크리트 回收水 研究委員會에서 제안된 規準 및 解説과 함께 調査자료와 試驗結果를 번역 소개한다.

編輯者 註

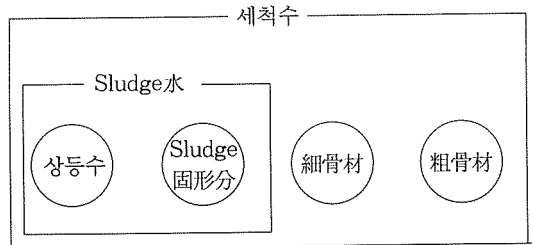
## 1. 研究 目的

콘크리트工業에서 문제점인 경우 가장 긴급하게 중요한 課題는 資源의 효과적 이용과 환경보전이다. 다시말해 콘크리트 原材料를 융하게 활용하는 것과 함께 생산에 동반되는 環境의 영향을 극력 방지하는 것이 필요하다. 특히 레미콘 公장에서 洗車등에 의해서 발생되는 세척수의 처리에 대해서 생각하면 水·骨材의 回收利用 및 排出 汚染源의 제거라고 하는 兩面의 效果가 동시에 期待가능한 대책이 필요하다. 本研究는 레미콘 公장에서부터 배출된 세척수의 效果利用 方法을 연구하고 그 方案을 提言하고자 하는 것이다. 또한 이 연구는 시멘트협회 및 전국 레미콘사업자 단체인 會에서 의뢰받고 한 것이다. 보고서

에 사용한 용어는 다음과 같이 正義하였다.

- (1) 세척水 : 洗車등에 의한 배수의 총칭
- (2) Sludge水 : 세척수로부터 細·粗骨材를 回收한 잔유 현탁水
- (3) 상등水 : Sludge水로부터 Sludge분을 沈降 또는 기타방법으로 제거한 水
- (4) Sludge固形分 : Sludge를 100~110℃로 건조한 것

### 【용어의 관계】



## 2. 規準 및 解説(調査資料 및 試驗 結果 添附)

레미콘 工場에서 세척수를 工場으로부터 排出하지 않고 이것을 콘크리트 材料로서 再利用하는 경우는 以下の 規準에 技術한 各조항에 근거하는 것으로 한다.

第1條 콘크리트 運搬車 및 Mixer의 세척수는 工場으로부터 排出해서는 안된다.

【解説】 콘크리트 운반차 및 Mixer 세척수는 PH가 12정도의 高알칼리성이며 또한 cement 등의 微粒分과 골재를 함유하고 있으며, 이것을 그대로 工場으로부터 排出하는 것은 法規에 의해서 금지 되어 있다. 세척수를 상등수, Sludge 및 골재로 분리해서 상등수의 PH를 조정하여 중성으로 排出하기도 하며, Sludge와 골재를 脫水한 상태에서 폐토로서 埋立으로 처분하기도 하는 것은 禁止되어 있지 않은 경우도 있지만 폐토의 脫水가 성가신 工程이라는 것, 더욱이 폐토를 처분할 適地를 구하는 것이 곤란하다는 것 등의 이유에 의해서 세척수를 처리하여 工場外로 처분하는 것은 今後 더더욱 實用하기 어렵게 되는 傾向에 있다. 그래서 세척수를 상등수·Sludge 및 골재로 분리해서 회수하고, 이러한 것을 다시 콘크리트 材料로서 사용하는 것으로 하고, 폐기물로서는 工場外로 전혀 排出하지 않는 것을 原則으로 해서 그 方策의 規準을 여기에 적었다.

全國 레미콘사업자 단체 연합회의 調査에 의하면 平均的인 레미콘 工場에서 운반차의 세척에 使用되는 水量은 출하 콘크리트에 사용하는 混合水와 同量 程度이나 그 이상이며, 이 세척수를 回收해서 그 상등수를 洗車에 이용하기도 하며, 콘크리트의 혼합수로 使用하기도 한다면 레미콘 工場에서 수도와 지하수 등의 上水의 使用량을 5할정도 以上 節約하는

것이 可能하고 水資源의 有效 利用면으로도 바람직한 것이다.

全國의 레미콘의 1년간 제조량 約 1억 5,000만<sup>m</sup>의 혼합수량의 약200만톤에 필적하는 節水量이 얻어질 수 있는 것이다. 또한 同調査에 의하면 工場에서 골재 使用량의 0.7%정도의 골재를 세척수로부터 回收하는 것이 可能하다.

예를들면 月間 콘크리트 出荷량이 10,000<sup>m</sup>인 工場의 경우 그 回收骨材量은 150톤 정도나 달하는 것이다. 더욱이 시멘트와 골재 미립분인 Sludge는 골재를 제외한 세척수에 약 2.5~3%의 농도로 함유되어 있어 月産 10,000<sup>m</sup>의 工場인 경우 乾燥重量으로 40~50톤의 微粒末이 再利用 可能할 것이다.

세척수를 工場에서 전혀 排出하지 않고, 이것을 콘크리트 材料로서 再利用 하기 위해서는 以下の 各 조항에 技術한 것과 같이 回收·貯留·濃度調整·計量등의 諸設備을 적절이 計劃해서 설치하고 이러한 것을 充分한 管理와 함께 運營해서 콘크리트 品質에 악영향을 주지 않는 것이 緊要하다.

【調査資料】 레미콘 工場 排水處理의 實態調査

1) 이 調査는 레미콘 工場 배수처리의 實態를 알기 위하여 日本 콘크리트 會議의 回收水 研究 委員會 의뢰를 받아서 全國 레미콘사업자 단체 연합회가 전국 70개 레미콘 工場을 대상으로 실시한 調査 結果이다.

2) 조사항목은 Plant Mixer·운반차의 洗淨水 使用현황과 그 收支를 중심으로 해서 배수처리가 어떻게 이루어지고 있는가? 그 방법 沈澱槽·운반차등의 규모·능력·골재회수·폐기물량 등 資源 및 公害防止의 立場으로부터 관찰하는 것을 목적으로 하였다.

3) 조사대상 : 레미콘 工場은 전국 레미콘사업자 단체 연합회 소속의 약 1,500개 工場 중에서 JIS 표시허가 工場 또는 그것에 준하는 工場으로서 비교적, 平均적 規模의 工場을 선정하는 것으로 해서 전국 各지역마다의 레미콘 工場수에 대응해서 70개 工場을 抽出하였다.

表-1. 沈澱槽의 個數, 규모와 公場 能力과 관계

分 類		MIXER 容量	工場能力 (平均) m <sup>3</sup> /時	沈 澱 槽		月間出荷量 (平均) (m <sup>3</sup> )
分 類	工場數			個 數 (平均)	總有效容積 (平均)(m <sup>3</sup> )	
A	28	1,000l~3,750l 1,500l最多(16)	109.1	4.4	126.0	9,930
B	28	1,000l~4,000l 1,500l最多(17)	118.5	4.4	185.5	10,229
C	11	1,000l~4,750l 1,500l(6)	107.3	4.4	312.3	9,848
D	3	1,000l程度	62.0	5.3	125.0	6,077
計	70	標準的 1,500l(計 39)	110.6	4.4	176.4	9,872

表-2. 洗車場의 排水의 처리방법

分 類	上澄水를 그대로 工場外로	上澄水를 中和해서 工場外로	上澄水를 洗車水로 回收	上澄水를 혼합수로 回收	Sludge水를 혼합수로 使用
A	1工場	3工場	26工場	15工場	28工場
B	1	10	24	28	
C	1	4	11		
D	3	2			
計	2.0	19	61	43	28
比(%)		12.0	40.0	28.0	18.0

表-3. 운반차 保有대수

分 類	項 目	車 의 規 模 (m <sup>3</sup> ) 別 台 數										合 計
		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	
A	台 數		6		119	47	8	262	109	5	34	590
	比(%)		1.0		20.2	8.0	1.4	44.4	18.5	0.8	5.7	100.0
B	台 數		3	5	189	11	3	379	57		4	651
	比(%)		0.4	0.8	29.0	1.7	0.4	58.3	8.8		0.6	100.0
C	台 數	1	1		66	8	2	90		61	14	243
	比(%)	0.4	0.4		27.2	3.3	0.8	37.0		25.1	5.8	100.0
D	台 數				9			32				41
	比(%)				22.0			78.0				100.0
計	台 數	1	10	5	383	66	13	763	166	66	52	1,525
	比(%)	0.1	0.7	0.3	25.1	4.3	0.9	50.0	10.9	4.3	3.4	100.0

4) 調査한 70개 公場을 Sludge 水, 상등수  
의 이용실시에 따라서 아래의 4類型으로 분류  
정리하였다.

A : Sludge水를 콘크리트의 혼합수로 사용  
하는 것(28公場)

B : 상등수를 콘크리트 혼합水 사용하는 것

(28공장)

概要를 기록하였다.

C : 상등수를 세차에 사용하는 것(11공장)

表-4. Sludge水の 濃度

D : 無處理해서 배출하는 것(3공장)

分類	A	B	C	D	平均
濃度(%)	2.6	2.5	2.5	3.8	2.7

5) 調査結果는 表-1~表-7에 종합하여

表-5. Plant Mixer · 운반차 洗淨水の 使用現況

分類	Plant Mixer 洗淨水				運搬車 洗淨水			
	(A) 1基 1回 당 平均 使用 水量(m <sup>3</sup> )	(B) 1基의 每 日 洗淨 回數 (回)	基 數	(C) 使用水量 A×B×基 (m <sup>3</sup> )	(D) 1車 1回 당 平均 使用 水量(m <sup>3</sup> )	(E) 1車의 海 日 平均 洗淨 回數(回)	(F) 使用水量 D×E×台 (m <sup>3</sup> )	1車 1回 당 平均 洗車 時間(分)
A	2.2	1.9	1.3	4.7	1.9	1.9	60.0	23.5
B	2.0	2.0	1.6	5.8	2.2	1.7	67.1	32.0
C	2.0	1.7	1.7	4.8	3.2	1.2	70.9	23.6
D	0.7	2.0	1.7	2.3	1.4	1.7	32.1	30.0
計	2.0	1.9	1.5	5.1	2.2	1.7	63.3	27.4

表-6. 工場 使用水量의 收支

分類	使用水量 t/日			工場外의 排水量 t/日	事務所 等 의 生活 用水 t/日	使用水量의 用途別 內譯 t/日				
	新 水 (M)	세척水 (N)	計 (M+N)			레미콘용 혼합水 (G)	plant Mixer 洗淨水(H)	운반차 洗淨水 (I)	기타 使用水 (J)	計 (K)
A	70.5	70.0	140.5	12.7	11.9	64.3	4.6	61.9	10.1	140.8
B	73.6	62.6	136.2	13.3	9.5	66.7	4.9	56.2	8.4	136.2
C	78.2	67.7	145.9	21.6	4.5	59.7	4.6	71.9	9.7	145.9
D	68.1	2.7	70.8	26.9	1.0	36.0	2.3	28.1	4.4	70.8
計	72.9	63.7	136.6	15.1	9.2	63.0	4.5	59.9	9.1	136.7

表-7. 回收骨材 · 폐기물량

分類	項目別	回 收 骨 材 (月)	外 部 로 廢 棄 殘 渣 (月)	外 部 로 廢 棄 하 는 회 송 콘크리트(月)
A	工場 平均 (t)	187.7	89.4	12.5
	出荷 1m <sup>3</sup> 當 (kg)	21.0	10.0	1.3
B	工場 平均 (t)	15.6	105.9	67.8
	出荷 1m <sup>3</sup> 當 (kg)	2.0	1.3	8.0
C	工場 平均 (t)	135.0	188.0	133.5
	出荷 1m <sup>3</sup> 當 (kg)	15.2	21.2	15.0
D	工場 平均 (t)	0	53.3	3.1
	出荷 1m <sup>3</sup> 當 (kg)	0	9.6	0.5
計	工場 平均 (t)	112.0	111.2	53.5
	出荷 1m <sup>3</sup> 當 (kg)	13.4	13.2	6.2

註) 회송 콘크리트라는 것은 레미콘 공장에서 제조된 제품이 어떠한 이유 때문에 폐기처리를 필요로 하는 콘크리트를 말한다.

圖-1. 교반형 세척수 회수 再利用設備

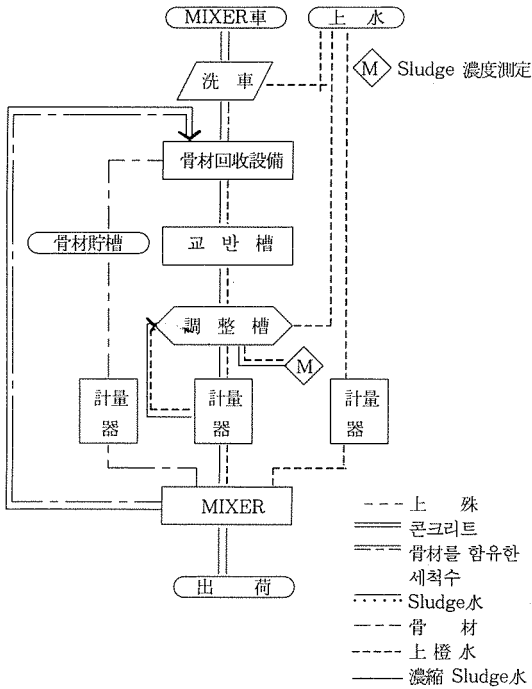
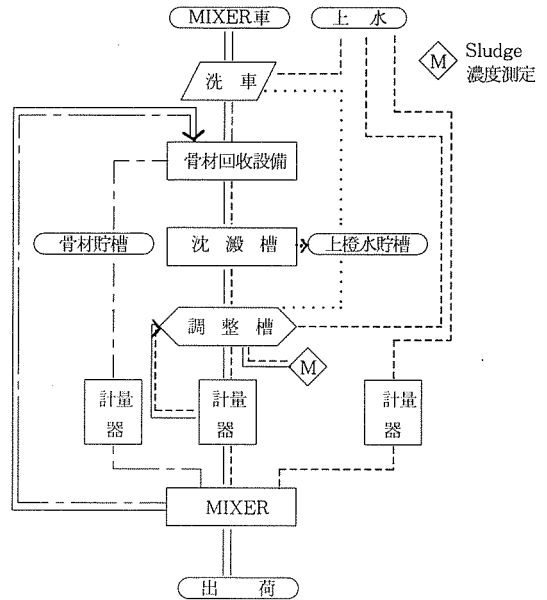


圖-2. 沈澱形 세척수 회수 再利用設備



第2條 세척수를 회수하고 이것을 처리해서 콘크리트 재료로서 재이용하기 위한 충분한 能力을 갖도록 設備해야만 한다.

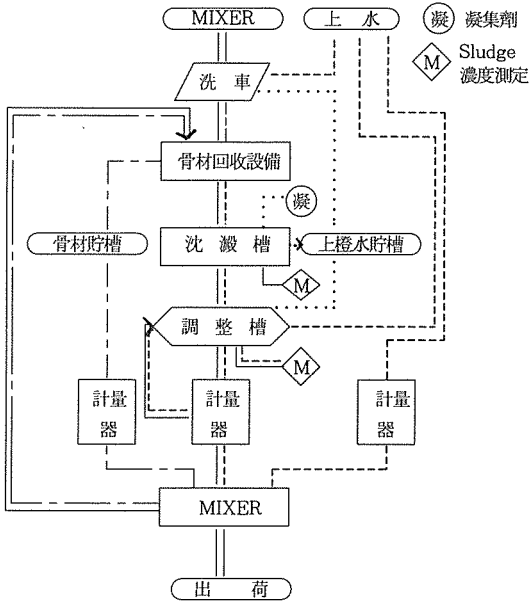
【解説】 세척수를 회수해서 이것을 처리하여 재이용하기 위해서는 圖 1~圖 3에 표시한 것과 같이 洗車, 골재회수, 교반, 沈澱, 濃縮, 농도調整과 그 측정, 計量등의 諸設備가 필요하다.

이러한 것의 配置, 組合, 容量 등을 계획할 때에는 주야간의 콘크리트의 出荷狀況과 출하량, 운반차의 적재량과 대수, 회송콘크리트량과 회송 시간대에 등에 따라서 각 설비의 능력과 효율이 상당히 복잡하게 영향을 받는다는 것을 고려해서 세척수의 회수, 재이용의 諸設備를 적정하게 하며, 게다가 여유를 갖게 하여 설치하는 것이 중요하다. 교반형은 洗車에 上水를 사용하는 것, Sludge水를 교반한

상태에서 上水로 濃度を 조정하면서 Sludge水를 사용하는 것 등이 그 特徵이다. 設備를 順次新設하면서 세척수의 회수, 再利用設備를 完備시켜가는 단계의 비교적 초기에 이 形式의 것이 많다. 세척수를 그대로 工場外에 전혀 배출하지 않기 위해서는 교반탱크를 충분히 크게해서 1日分 이상의 세척수량을 이러한 탱크에 貯留가능하도록 여유를 예상해 두는 것이 필요하다.

沈澱形, 濃縮形은 어느 것도 상등水を 洗車에 사용해서 물의 이용효율을 높이고 있는 점이 特色이다. 沈澱形은 Sludge水를 自然靜置에 의해서 상등水和 濃縮 Sludge로 분리한다는 것에 대해서 濃縮形은 기계적으로 또는 凝集劑를 첨가해서 급속하게 沈降 분리시키는 것이다. 圖-2 및 圖-3에 표시한 것과 같이 濃縮 Sludge를 調整槽에서 所定の 濃度에 맞추고나서 계량하는 경우도 있고, 또한 濃縮 Sludge를 그대로 계량하여 별도로 계량한 상

圖-3. 濃縮形 세척수 回收 再利用設備



등수 또는 上水和 동시에 Mixer에 투입해서 결과적으로 所定の 濃度에 맞추어서 Sludge水를 사용하는 경우도 있다.

沈澱槽와 濃縮槽와는 2槽 以上을 설치하는 것이 보통이며, 沈澱 또는 濃縮 工程과 濃縮 Sludge取出工程을 交互的으로 다르게 해서 시행한다.

洗車數量, 沈澱 또는 濃縮의 소요시간 등을 고려해서 沈澱槽 또는 濃縮槽 및 상등水貯槽의 용량을 결정하여야 한다. 대도시 공장에서 비교적 출하량이 많고 그 부지 여유가 적은 경우에는 濃縮形은 그 濃縮槽에 비해서 적게 하는 것이 가능하기 때문에 有利한 점이 많다.

第3條 콘크리트 운반차의 세차설비는 운반차의 保有대수, 洗車의 回收, 洗車에 사용하는 水量, 洗車의 時刻 등을 고려해서 이것을 계획하고 사용하여야 한다.

【解説】 콘크리트 운반차의 洗車設備는 세차

장· 上水和 상등水の 배수전· 세척수의 수조 등으로 되어 있다.

洗車場은 운반차 3~4대 정도가 동시에 세차가능한 넓이의 경우가 많다. 배수를 위한 傾斜를 주어서 포장을 하는 것이 필요하다. 세차는 점심시간前 종업시 등에 集中하는 것, 1대의 세차시간은 20~30분간 前後인 것 등을 고려해서 세차장의 넓이를 정하는 것이 좋다.

운반차 1대당 1회의 세차에는 1~2m<sup>3</sup>정도를 요하는 것이 보통이며, 이 량의 多小가 교반· 沈澱· 濃縮 등의 各槽와 상등水貯槽의 용량에 크게 관계하기 때문에 세척수량을 量水器 등에 의해서 一定량으로 제한하기도 하며, 세차는 원칙으로 1日 1회로 하기도 하는 등 水量의 절약과 관리가 중요하다.

세차水에는 상등水를 사용하는 것이 물을 유용하게 이용한다는 점 때문에 바람직하며, 운반차의 Mixer와 에지테이터 内部는 상등水로서 세척하는 것을 원칙으로 하는 것이 좋다. 그러나 Mixer와 에지테이터 등의 外측을 상등水로 세척하면 차체가 多小 더러워지기도 하고 광택이 없어지기도 하여 外觀이 나빠지기 때문에 차체외부 둘레의 세척水에는 上水를 사용하는 것이 보통이다. 이것 때문에 上水の 配水栓도 設비해 두어야 한다.

공장 주변의 도로가 포장되어 있지 않은 경우와 出荷先의 현장상황에 따라서는 운반차의 바퀴에 흙이 붙은 것이 있으므로 세차에 앞서 이 흙을 미리 제거해 두어 흙물이 세차장의 수조에 들어가지 않도록 주의 하여야 한다.

【試驗結果】 상등水の 性質

1) 상등水の 化學分析 結果

상등水の 化學分析 結果는 表-8과 같다.

주요 成分의 化學분석 結果에 대해서 도수 분포에 의해 圖-4와 같다.

상등水の PH는 10.4로부터 13.0까지 分布하고 平均 12.4, 대부분이 12~13 사이에 분포하고 있다. 상등水는 시일이 경과함에 따라 조금씩 PH의 降低가 일어난다.

表-8. 상등水の化學分析結果

地方	府縣	工場 No.	上 橙 水 の 化 學 分 析 結 果								
			PH	蒸發殘 留物(%)	CaO (ppm)	MgO (ppm)	P알카리 度(epm)	M알카리 度(epm)	Na <sub>2</sub> O (ppm)	K <sub>2</sub> O (ppm)	
北海道	札幌	D-1	12.6	0.24	870	0	37	37	190	146	
	函館	E-2	12.4	0.106	487	0	18	19	86	38	
東北	青森	A-1	10.4	0.045	46	4	1	1	124	36	
		A-2	11.3	0.048	160	0	6	7	52	16	
	宮城	D-2	12.6	0.01	650	0	30	31	64	36	
		E-2	12.4	0.127	512	0	16	16	80	80	
關東	群馬	C-1	12.5	0.221	1,100	0	41	42	25	24	
		C-2	12.6	0.179	1,462	0	52	54	84	56	
	埼玉	C-3	12.5	0.195	1,309	0	47	48	69	40	
		H-1	12.8	0.196	1,382	6	44	46	84	71	
		東京	A-3	12.7	0.263	1,236	0	54	55	202	187
			C-4	12.6	0.258	1,334	0	57	59	146	173
	D-3		12.7	0.18	1,270	0	46	43	70	46	
	千葉	E-3	12.7	0.225	1,035	0	45	45	178	169	
		H-2	12.9	0.231	1,532	5	47	48	124	172	
	中部	新潟	A-4	12.7	0.217	1,225	0	49	50	124	73
			B-1	12.6	0.216	658	0	38	40	175	145
富山		E-4	12.3	0.08	370	0	12	13	34	41	
愛知		G-3	11.9	0.041	127	0	5	5	55	27	
		H-3	12.9	0.228	1,327	0	50	51	160	218	
福井	G-1	11.7	0.058	117	0	4	5	116	20		
	G-2	11.8	0.081	280	4	7	8	29	26		
近畿	大阪	F-1	12.3	0.434	816	22	15	18	137	105	
		F-2	11.4	0.089	151	52	2	3	230	55	
		F-4	12.9	0.375	1,491	2	57	63	84	110	
		I-1	12.6	0.262	947	0	38	39	350	90	
	兵庫	F-3	12.9	0.447	1,401	20	36	41	123	180	
		G-4	12.3	0.189	743	9	28	29	176	98	
中國	山口	B-2	12.4	0.506	1,196	0	50	52	216	127	
		B-3	12.5	0.193	581	0	35	36	195	151	
四國	香川	B-4	12.9	0.307	462	0	49	51	526	524	
九州	福岡	H-4	12.7	0.187	1,107	0	40	41	197	100	
		I-2	12.6	0.412	1,294	0	22	23	542	112	
		I-3	12.3	0.126	418	0	12	13	105	99	
	大分	I-4	13.0	0.273	1,575	0	60	61	162	71	
	鹿兒島	D-4	12.7	0.12	640	0.8	28	29	188	98	
平均			12.4	0.207	869.8	3.5	32.7	33.9	152.9	104.2	

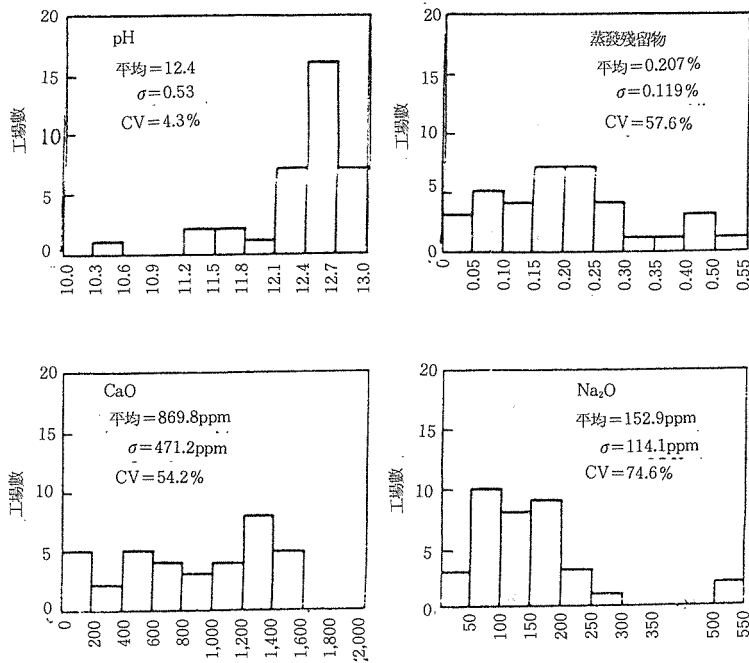


圖-4. 상등水の 化學성분의 分布

현저하게 낮은 PH를 나타내고 있는 시료는 經時變化를 일으키고 있는 것이라고 생각된다.

증발잔유물은 0.045%부터 0.506%까지 분포하고 평균 0.207%, 0.15~0.25%의 범위에 많이 분포하고 있다. CaO, Na<sub>2</sub>O 및 K<sub>2</sub>O의 함량과 증발잔유물과의 관계를 살펴보면 圖-5와 같이 양자간에 고도의 相關이 확인되었다. 증발잔유물은 상등水を 증발건조시켜서 얻어진 량이며 圖-5는 상등수의 증발잔유물의 主成分이 용해하고 있는 CaO 등의 알칼리라는 것을 나타내고 있다.

表-8중의 M알칼리도는 물의 알칼리분 全量을 CaCO<sub>3</sub>의 PPM으로 표시한 수치이다.

P알칼리도는 수중의 水酸化이온(OH)에 의한 알칼리도를 나타낸 수치이다. 表-8에서 M알칼리도와 P알칼리도와의 관계를 구하면 圖-6과 같으며 상등水의 경우 P알칼리도와

M알칼리도와는 거의 동등하다고 인정되었다. 또한 CaO, Na<sub>2</sub>O 및 K<sub>2</sub>O의 함량과 M알칼리도와의 관계는 圖-7과 같으며, 상등水의 알칼리도가 시멘트 성분으로 부터 溶出하는 CaO, Na<sub>2</sub>O 및 K<sub>2</sub>O에 의한 것이라는 것이 표시되었다. 以上の 결과로부터 상등水에 관해서 다음과 같다 할수 있다.

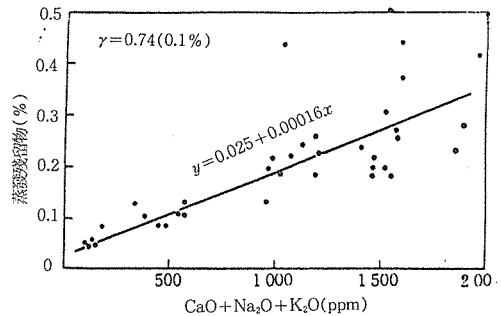


圖-5. 상등水の CaO 등의 알칼리함량과 증발잔유물과의 관계



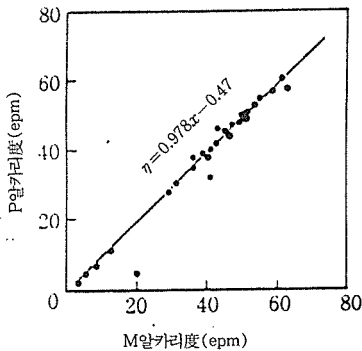


圖-6. 상등수의 P알칼리도와 M알칼리도와의 관계

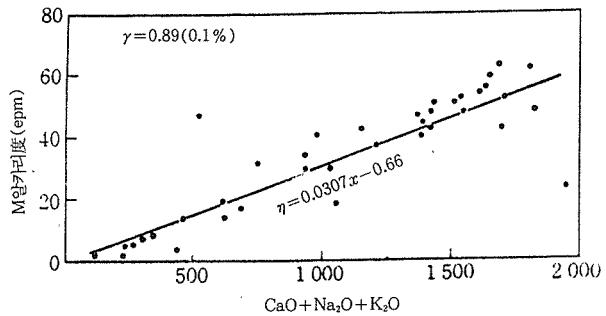


圖-7. 상등수의 M알칼리도와 CaO 등의 알칼리도 함량의 관계

a) 상등수에는 시멘트로부터 용출하는 성분이 함유되어 있으며 그 主體는 CaO, Na<sub>2</sub>O 및 K<sub>2</sub>O이며, 이러한 것이 水酸化物의 形으로 되어 있다.

b) 상등수의 알칼리도는 이러한 알칼리 성분의 多小에 의한 것이며 신선한 상등수에서 PH12~13이다.

c) 상등수의 P알칼리도와 M알칼리도와는 거의 비슷하다.

d) 증발잔유물은 상등수중에 용해되어 있는 알칼리에 의한 것이다.

第4條 세척수로부터 骨材를 細·粗骨材로 나누어서 回收하기 때문에 체가름, 물세척 저장등의 設備을 설치하여야 한다.

【解説】 세척수로부터 골재를 분리해서 回收하기 때문에 Trommel, Classifier 등의 체가름 器機가 組合되어 사용되고 있다. 이러한 체가름 장치는 세척이 시작되는 동시에 운전 시작하여 세척수로부터 골재를 가능한 빠른 시기에 回收하는 것이 좋다.

회수한 粗骨材와 細骨材는 각각 貯槽에 일 단 저장해 두고 물기제거를 충분히 한 상태에

서 파일과 빈의 골재에 잘 혼합시켜 均질하게 해서 사용하도록 留意하며, 回收골재만을 모아서 사용하는 것은 피하여야 한다.

細骨材를 잘 씻으면서 回收하지 않으면 시멘트가 細骨材중에 남은 그대로 많이 혼입되어 있어 貯槽내에서 덩어리로 되는 것이 있으므로 충분히 주의하여야 한다. 또한 Trommel과 Classifier의 빗트와 세척수량이 변하는등 骨材回收設備의 운전상황이 변화하면 Sludge 중의 시멘트로부터 오는 成分과 골재로부터오는 微粒分과의 比率이 변화해서 Sludge 고형분의 比重이 변하여 Sludge 수의 비중과 농도와의 관계가 흐트러져서 Sludge수의 농도관리에 영향을 주므로 골재회수설비를 정상적으로 운전하는 것이 중요하다. 더욱이 이 영향은 Pipe와 Pump 등의 기계의 마모정도에도 미치므로 충분히 주의할 필요가 있다.

調査에 의하면 회송 콘크리트는 平均해서 전출하량의 0.5%정도인 경우가 많지만 종업시 가까이 한꺼번에 다량의 콘크리트가 돌아옴으로 이것도 물세척해서 회수하는 경우에는 別系統의 골재회수설비를 설치해 두고 이것에 의하는 예가 많다. 이것은 회송콘크리트를 처리하는 데 여유가 있도록 전체의 設備을 계획해 두는 것은 대단히 경제적이기 때문이다.

普通골재 콘크리트 이외에 경량골재 콘크리

트를 出荷하고 있는 공장의 경우에도 輕量骨材 콘크리트의 운반차 세차 및 輕量骨材의 회수를 보통 콘크리트와 同一의 設備에 의해서 하고 있는 것이 보통이다. 이것은 輕量콘크리트의 출하량은 全出荷 콘크리트량의 1割 前後이거나 그것 이하인 것, 다시말해서 回收輕量骨材량은 全骨材량의 0.07% 정도이거나 그것 이하여서 回收골재를 1일 사용골재 전체에 충분히 잘 섞어서 사용하면 출하콘크리트 품질에 실용상 영향이 없다는 것이 확인되어 있기 때문이다. 경량골재 콘크리트의 회송콘크리트는 그 량이 많을 때는 물세척·골재회수를 하지 않고 硬化시켜서 트럭으로 폐기하는 것을 원칙으로 하고 있는 공장이 많다.

第5條 Sludge水는 일단 교반槽, 沈澱槽, 濃縮槽 등에 貯留해서 濃度を 調節한 경우가 아니면 이것을 콘크리트에 사용해서는 안된다.

【解説】 Sludge水の 濃度を 소정의 目標濃度로 조정하여 Sludge水を 정상적으로 계획해서 사용하는 것은 第6條에 서술한 것과 같이 콘크리트 품질의 영향을 가능한 한 적게하기 위하여 중요한 것이다. 더욱이 回收한 骨材·Sludge 및 상등수의 各 材料가 원활하게 떨어지고 세척수의 回收와 再利用 設備를 효율 좋게 운전하는 것에도 Sludge水の 目標濃度を 적절히 설정하는 것이 중요한 것이다.

Sludge수의 目標濃度는 1일 콘크리트 출하량·콘크리트 운반차의 적재량과 대수·세차수량등에 의해서 공장마다 차이가 있는 것이지만 전일의 세척수를 익일중에 出荷콘크리트에 全部 재사용하는 것을 원칙으로 해서 目標濃度を 정하는 것이 좋다. 조사에 의하면 운반차의 Mixer와 에지테이터 内部에 남아 있는 콘크리트는 平均 0.1m<sup>3</sup> 정도이며, 이것은 운반차 1대로 인하여 1일에 2m<sup>3</sup> 정도의 水量으로 씻을 때 혼합수 중의 Sludge 고형분의 농도를 3% 정도의 목표로 재이용하면 세척수

의 「前日洗車·翌日使用」의 원칙을 지키는 것이 가능하다.

그러나 Sludge水を 단시간내에 전부 사용하기 위하여 Sludge水の 농도를 높여서 사용하는 것은 콘크리트 品質에 나쁜 영향을 줄 뿐아니라 콘크리트의 consistancy와 空氣量의 관리 등, 콘크리트의 제조에도 크게 영향을 미치며, 콘크리트 品質의 산포가 크게 나타나는 원인으로도 되기 때문에 第6條의 解説에도 서술한 것과 같이 혼합수 중에 함유된 Sludge 고형분의 농도를 5%보다 크게 해서는 안되기 때문이다.

目標濃度を 設定하고 이것을 준수하면서 Sludge水を 계획적으로 콘크리트에 사용하기 위해서는 Sludge수를 일단 교반槽·沈澱槽·濃縮槽 등에 所定量만큼 저장하고 곧 이어서 調整槽로서 Sludge水 濃度を 정상적으로 調整하는 것이 반듯이 필요한 것이다. 이러한 것의 各 貯留槽의 용량과 配置를 적절히 계획하는 것이 세척수를 공장으로부터 전혀 배출하지 않고 이것을 全部 콘크리트에 再利用하기 위하여 가장 기본적으로 중요한 것이다.

#### 【試驗結果】 Sludge固形分の 性質

##### 1) Sludge固形分の 化學分析 結果

Sludge固形分の 化學分析 및 比重試驗의 結果는 表-9와 같다. 表-9의 결과로부터 1,000°C Ig-loss, CaO 및 Na<sub>2</sub>O에 대해서 0 수분포를 구하면 圖-8과 같다.

1,000°C Ig-loss는 11.5~31.9% 사이에 分布하고, 平均 17.0%, 대부분 11~20%의 사이에 分布하고 있다. Ig-loss의 대부분은 시멘트水和物의 結合水라고 생각된다.

Insol은 3.8~30.4%의 사이에 分布하고, 平均치 12.8%, 대부분은 3~18% 사이에 分布하고 있다. Insol의 대부분은 骨材의 微粒塵이라고 생각된다. CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등의 成分은 대부분이 시멘트중에서 유래한 것으로서 시멘트 水和物 또는 未水和 시멘트라고 생각된다.

##### 2) Sludge固形分の 粗成

表-9. Sludge의 化學分析 및 比重試驗 結果

地方	府縣	工場 No.	Ig loss		insol	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	比重 (110°C)
			600°C	1000°C											
北海道	札幌	D-1	(13.2)	15.9	14.6	18.0	4.7	2.9	39.5	1.4	2.4	(0.20)	(0.15)	99.4	2.06
	函館	E-1	12.7	18.2	8.6	18.5	5.2	2.9	42.9	1.7	1.4	0.60	0.30	99.5	1.97
東北	青森	A-1	27.8	31.9	30.4	8.5	3.5	2.2	21.3	0.8	0.6	0.08	0.00	100.0	2.41
	宮城	A-2	15.4	17.3	15.7	17.8	5.4	3.4	36.5	2.0	1.4	0.09	0.08	99.67	2.10
		D-2	(11.1)	18.0	12.9	17.8	5.5	3.3	38.4	1.4	1.6	(0.10)	(0.12)	98.9	2.25
		E-2	10.8	16.6	18.6	15.7	5.7	3.3	35.0	1.8	2.7	0.90	0.60	99.4	2.09
關東	群馬	C-1	12.1	13.2	13.2	17.5	4.9	3.0	45.8	1.2	1.3	0.17	0.13	100.4	2.20
	埼玉	C-2	12.3	13.6	14.6	18.8	5.0	3.1	42.9	0.9	1.4	0.16	0.11	100.6	2.09
		C-3	10.2	12.9	19.0	16.8	5.7	3.0	41.1	1.1	0.7	0.15	0.12	100.6	2.19
		H-1	8.2	11.5	21.1	15.4	5.2	3.0	41.1	1.1	0.6	0.29	0.20	99.5	2.20
	東京	A-3	10.9	11.8	7.1	20.5	5.7	3.2	46.8	1.6	2.7	0.20	0.19	99.79	2.18
		C-4	11.8	13.8	17.7	17.2	5.3	3.1	40.3	1.0	1.5	0.14	0.17	100.2	2.09
		D-3	(11.9)	17.0	10.0	18.2	5.7	3.1	42.1	1.3	2.0	(0.15)	(0.10)	99.4	2.00
		E-3	13.8	17.0	6.3	19.8	6.0	3.3	43.2	1.5	2.1	0.60	0.30	99.4	2.02
	千葉	A-4	12.6	13.6	7.1	17.9	5.5	3.1	49.0	1.5	1.3	0.15	0.18	99.33	2.22
			13.6	14.6	7.1	17.9	5.5	3.1	49.0	1.5	1.3	0.15	0.18	99.33	2.22
中部	新潟	B-1	17.4	23.2	6.6	18.1	5.8	2.8	39.8	1.8	1.7	0.08	0.09	99.97	2.12
	富山	E-4	10.3	16.6	17.9	16.8	6.1	3.1	37.0	1.0	1.7	0.15	0.10	100.45	2.09
	愛知	G-3	12.4	17.2	8.2	17.8	5.1	2.9	43.8	2.8	1.7	0.12	0.15	99.77	2.02
		H-3	9.8	14.2	14.0	17.2	5.1	3.0	42.2	1.6	1.7	0.14	0.19	99.3	2.04
	福井	G-1	10.1	20.2	28.6	10.4	6.2	3.2	27.7	2.6	0.8	0.11	0.16	99.97	2.26
		G-2	11.1	18.4	14.0	16.0	4.3	3.0	39.8	2.2	1.2	0.20	0.31	99.41	2.41
近畿	大阪	F-1	10.9	13.8	10.9	19.2	7.4	2.4	40.5	3.0	1.7	0.56	0.11	99.57	2.32
		F-2	8.6	13.7	28.1	15.1	5.6	2.3	31.2	1.6	1.3	0.19	0.21	99.30	2.18
		F-4	12.2	15.8	10.6	16.9	4.8	2.9	46.0	1.4	1.4	0.37	0.18	100.35	2.26
		I-1	13.8	14.6	8.8	20.4	8.1	2.0	41.5	1.6	1.6	0.17	0.13	99.10	2.14
	兵庫	F-3	22.2	25.2	8.2	15.7	4.0	2.6	39.4	1.5	1.5	0.31	0.26	98.67	2.03
		G-4	10.7	13.9	3.8	23.0	5.1	2.9	46.9	0.8	0.8	0.16	0.18	99.94	2.20
中國	山口	B-2	14.2	19.4	10.7	16.1	5.0	2.9	42.9	1.1	1.1	0.30	0.29	99.79	2.11
		B-3	17.7	25.6	11.8	15.3	5.0	2.4	37.2	1.5	1.2	0.06	0.08	100.14	2.15
四國	香川	B-4	19.9	24.6	4.1	17.7	5.4	2.5	43.3	1.3	1.0	0.10	0.11	100.11	2.12
九州	福岡	H-4	9.0	14.1	16.5	17.8	5.5	3.0	38.9	1.6	1.9	0.11	0.20	99.6	1.96
		I-2	12.9	14.2	6.1	21.0	9.4	1.6	42.3	2.6	1.6	0.29	0.21	99.30	2.17
		I-3	12.0	14.6	8.6	16.0	5.7	2.9	49.1	1.4	1.1	0.18	0.19	99.77	2.46
	大分	I-4	12.	14.4	10.2	19.2	7.3	2.7	42.2	1.8	1.5	0.18	0.20	99.68	2.14
	鹿兒島	D-4	(16.2)	20.8	5.2	18.8	4.7	2.5	43.4	1.3	2.4	(0.33)	(0.12)	99.1	2.05
平均			13.0	17.0	12.8	17.39	5.57	2.86	40.7	1.64	1.51	0.23	0.178		2.148

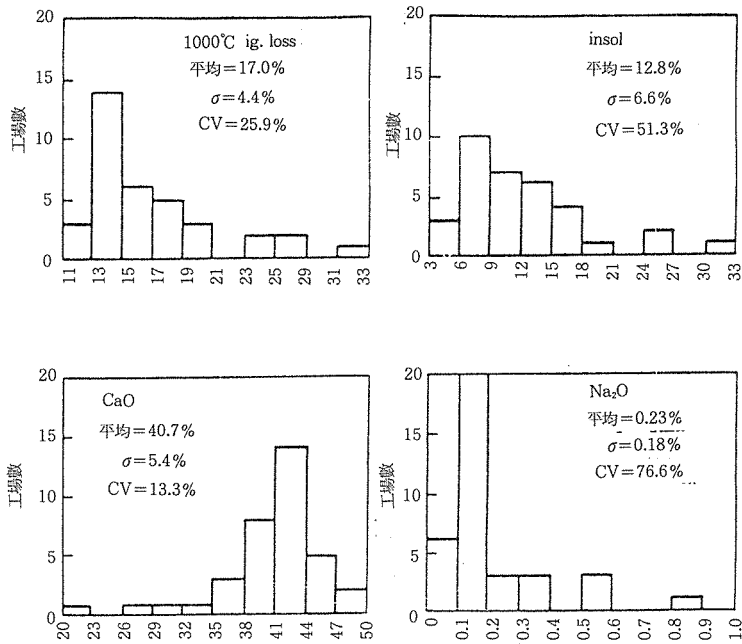


圖-8. Sludge의 化學組成의 分布

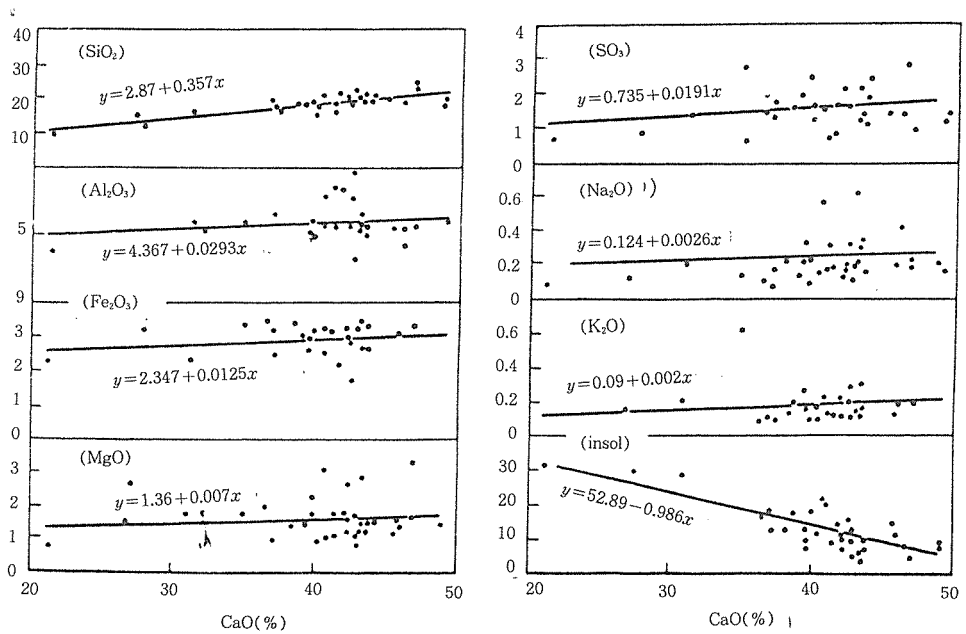


圖-9. CaO와 기타 酸化物 및 Insol의 관계

表-10. Sludge組成의 추정 결과

工場 No.	D-1	E-1	A-1	A-2	D-2	E-2	C-1	C-2	C-3	H-1	A-3	C-4	
Cement+砂	91.4	92.1	98.0	88.9	89.3	89.3	97.9	95.0	96.7	97.9	90.3	94.7	
Cement : 砂	78 : 22	87 : 13	48 : 52	76 : 24	80 : 20	72 : 28	82 : 18	80 : 20	74 : 26	72 : 28	90 : 10	75 : 25	
工場 No.	D-3	E-3	H-2	A-4	B-1	E-4	G-3	H-3	G-1	G-2	F-1	F-2	
Cement+砂	91.1	88.2	90.7	96.1	89.0	92.0	92.1	93.6	93.4	93.9	86.1	91.9	
Cement : 砂	85 : 15	90 : 10	80 : 14	90 : 10	89 : 11	74 : 26	88 : 12	80 : 20	57 : 43	79 : 21	83 : 17	60 : 40	
工場 No.	F-1	I-1	F-3	G-4	B-2	B-3	B-4	H-4	I-2	I-3	I-4	D-4	平均
Cement+砂	97.8	86.0	93.0	88.4	96.4	94.4	94.1	91.0	83.5	99.3	88.9	91.3	92.3
Cement : 砂	85 : 15	86 : 14	87 : 13	94 : 16	84 : 16	81 : 19	93 : 7	76 : 24	90 : 10	89 : 11	85 : 15	92 : 8	81 : 19

表-9의 化學分析 결과로부터 경화 콘크리트의 배합추정 방법(시멘트협회)에 준해서 시멘트 성분과 砂分의 비율을 추정하면 表-10과 같다. 表-10으로부터 Sludge고형분중의 시멘트분과 砂分비율의 도수분포를 구하면 圖-10과 같다. Cement : 砂의 비율은 94 : 6 ~ 48 : 52의 사이에 분포하고 있지만 그 대부분은 94 : 6 ~ 70 : 30하고 있으며, 평균 81 : 19이었다. 이 81 : 19는 별도로 실시된 시멘트협회의 시험결과에 의한 80 : 20과 거의 일치하고 있다.

현저하게 모래에서 유래하는 성분이 많은 3개의 공장은 골재중의 씻기 손실량이 상당히 많을 것이라고 추정되며 사용골재에 관해서 검토가 필요하다고 생각되지만 오히려 예외로 생각해도 좋다고 사료된다.

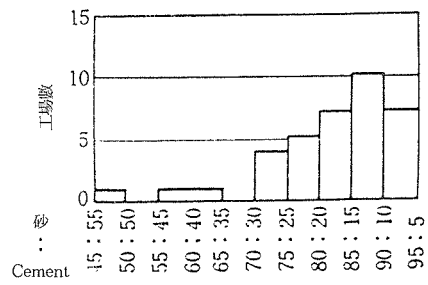
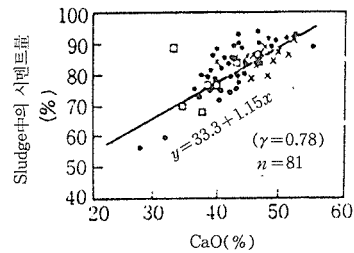
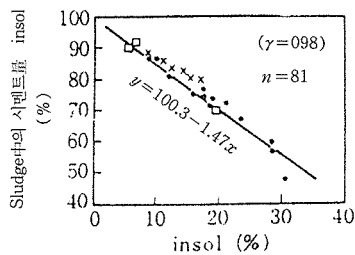


圖-10. Sludge고형분중의 시멘트분과 砂分과의 비율 도수분포 (36개 공장)

별도로 시험한 시멘트협회의 결과에 의하면 Sludge 고형분 중의 시멘트의 비율과 Insol 및 CaO의 분석치와의 관계를 구하면 圖-11과 圖-12와 같다. 당연한 것이지만 시멘트분



×F-27 콘크리트 시험 • 全國調査(36工場), □F-25 콘크리트 시험

圖-11. Sludge고형분의 Insol 및 CaO와 시멘트함유 비율과의 관계

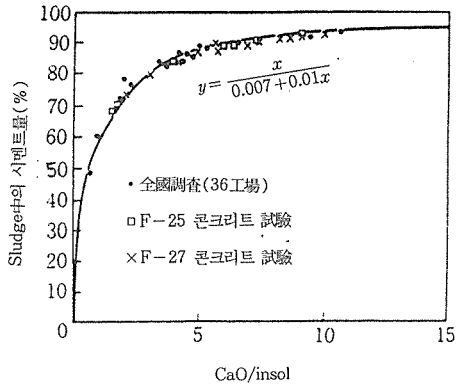


圖-12. Sludge 고형분의  $\frac{\text{CaO}(\%)}{\text{Insol}(\%)}$  와의 시멘트함유 비율과의 관계

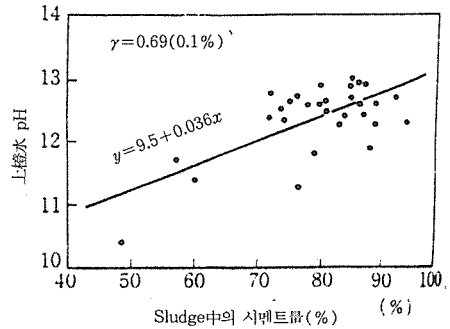


圖-13. Sludge 고형분중의 시멘트성분 비율과 상등수 PH와의 관계

과 CaO 또는 Insol과의 사이에 고도의 상관성이 있으며, CaO가 시멘트를 대표하고, Insol이 골재 성분을 대표하는 것이라고 생각해도 좋다는 것을 나타내고 있다. 또한 Sludge 고형분의 시멘트 성분의 비율과 상등수의 PH와의 관계를 구하면 圖-13과 같으며, 양자간에 고도의 상관성이 확인되며, 시멘트분이 많은 Sludge에서 분리한 상등수는 PH가 큰 것으로 나타났다.

### 3) Sludge 고형분의 비중

Sludge 고형분 36개 시료에 대해서 cement 시험방법에 준해서 비중을 구한 결과 表-9와 같고, 平均 2.15, 최대 2.41, 최소 1.96이었다. 表-10의 Sludge 고형분의 組成과 비중과의 관계를 그림으로 나타내면 圖-14와 같

고, 양자간의 상관성은 거의 확인되지 않는다. 시멘트협회에서 실시한 별도 9개의 시료에 대한 시험결과는 圖-15와 같으며, 양자간에 상당히 상관성이 인정되지만 전국에 걸친 넓은 범위의 시험에서는 명료한 상관성이 인정되지 않게 되었다. 이것은 모래로부터 오는 성분의 비중이 상당히 相違하는 것, 시료채취 후 장시간 걸리면 시료중의 수산화칼슘이 변하는 것 등에 기인된 것으로 생각된다.

이와같이 Sludge 고형분의 비중은 시멘트의 수和度 · 공기와의 접촉상태 · 골재로부터 오는 비율 · 골재미립분의 비중 등에 의해서 상

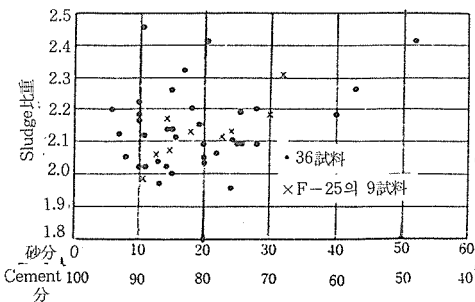


圖-14. Sludge 고형분의 組成과 비중과의 관계

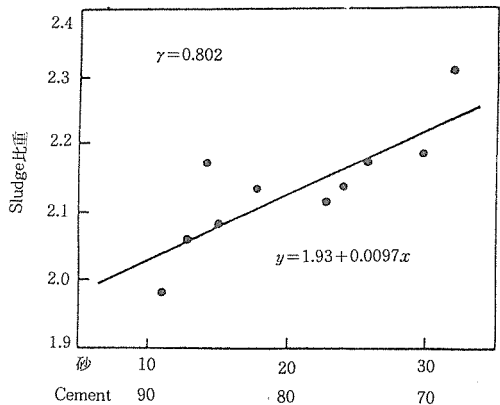


圖-15. Sludge 組成과 비중과의 관계

이하기 때문에 사용 상태에서의 Sludge고형분의 비중을 정확하게 측정해 두는 것이 필요하다.

#### 4) 混和劑 · 기름 · 기타에 관해서

a) 세척수중에 함유된 혼화제가 새로 혼합시킨 콘크리트의 성질에 영향을 미친다는 것으로 생각된다. 그러나 씻어 흩어진 콘크리트량은 0.5~1%, 평균 0.8% 정도이며 표면 활성제 · 기타의 혼화제 첨가량이 이정도 변동해도 콘크리트 성질에 현저한 변화를 일으키지 않는다. 또한, 표면활성제는 시멘트수화물의 매우 큰 표면에 흡착해서 그 효과를 잃고 있다는 것, Sludge고형분의 첨가량을 단위시멘트량의 3% 정도이하로 한정하면 Fly-Ash 수지의 양은 시멘트량의 1% 이하로 되어 콘크리트 성질에 거의 영향을 주지 않는다는 것 등 때문에 Sludge수에 함유된 혼화제와 혼화제는 새로운 콘크리트 성질에 거의 영향을 미치지 않는다는 것으로 판단된다. 오히려 AE제와 감수제는 Sludge수를 사용하는 경우 다량 사용하는 것이 필요하다.

b) 운반차의 차체세척 때는 유출하는 油脂類 및 타이어에 부착된 흙은 그 양이 많아지면 새로운 콘크리트의 성질에 영향을 준다고 생각된다.

세차장에서 車體의 씻은물은 드럼으로부터 배수된 세척수와는 별도로 구분해서 처리하는 것이 필요하다.

최종적으로 혼합수로 回收 이용하더라도 Oil을 제거하는 장치를 설치해서 油脂分을 제거하던가 침전지를 별도로 설치해서 타이어에 부착된 흙을 침전 · 제거하는 등의 배려가 필요하다.

第6條 Sludge水는 이것을 사용한 콘크리트의 Consistency · 強度 · 乾燥 收縮 등의 性質에 현저한 영향을 미치지 않도록 계획적 콘크리트에 사용하여야 한다.

【解説】 Sludge水를 콘크리트에 사용하면 콘크리트의 consistency가 저하하고 동일한 consistency 콘크리트를 만드는데에 단위수량이 증가하기도 하며, 강도가 저하하기도 하며, 乾燥收縮이 증대하기도 하며, 또한 AE제 使用量이 많아지기도 하는 傾向이 있다.

그러나 實驗結果에 의하면 Sludge固形分의 사용량이 cement중량의 3%이하이면 標準으로 單位水量 및 單位 cement량을 Sludge고형분의 첨가율 1%에 1~1.5% 증가시키고, 細骨材率을 Sludge固形分 첨가율 1%에 약 0.5% 감소시키며, AE제 添加量을 필요에 따라 증가시키는 등의 補正을 하는 것에 의해 實用상은 上水를 사용한 콘크리트와 同等 品質의 콘크리트를 제조하는 것이 가능하다.

第5條의 해설에 서술한 것과 같이 目標濃度를 3%로 해서 Sludge水를 콘크리트에 사용하면 레미콘에 보통으로 사용되고 있는 배합의 경우 Sludge固形分은 2.5~3% 정도에 상당하는 것에 지나지 않으므로 출하 콘크리트의 품질에는 영향이 거의 없다고 생각할 수 있는 것이다.

Sludge水를 사용하면 콘크리트 공기량을 일정하게 갖게 하기 위하여 AE제 량이 증가하는 傾向이 있으며 Sludge수의 濃度가 變化하면 공기량이 變動하고 이것이 콘크리트 품질편차의 원인이 되기 때문에 Sludge水는 所定の 濃度の 것을 계획적으로 사용하고, 경우에 따라서는 AE제 량을 補正하기도, 配合를 修正하기도 하는 등의 대책도 필요하다.

【試驗結果】 回收水를 콘크리트용 混合水로 사용시 콘크리트 품질의 영향

#### 1) 콘크리트 配合

##### 1-1) 單位水量

##### 1-1-1) 상등水를 사용한 콘크리트

상등水를 사용한 콘크리트의 단위수량은 圖-16~圖-19와 같이 溫度조건(상등수의 온도, 콘크리트 혼합수 온도: 이하 同樣) 및 상등수의 채취 후 經過日數가 변해도 上水를 사

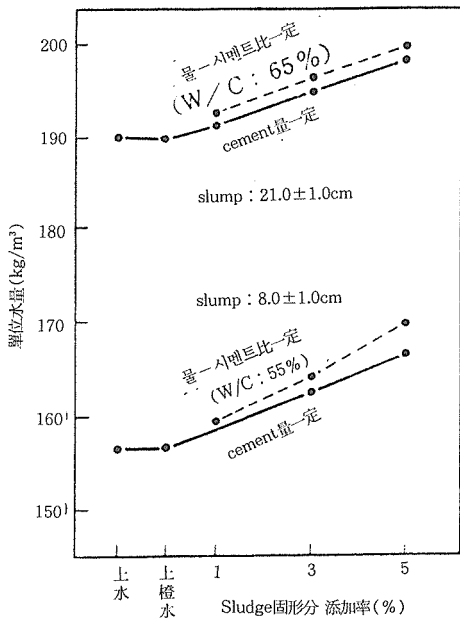


圖-16. 上水콘크리트와 동일slump를 얻기 위한 단위수량(AE콘크리트, 20°C)

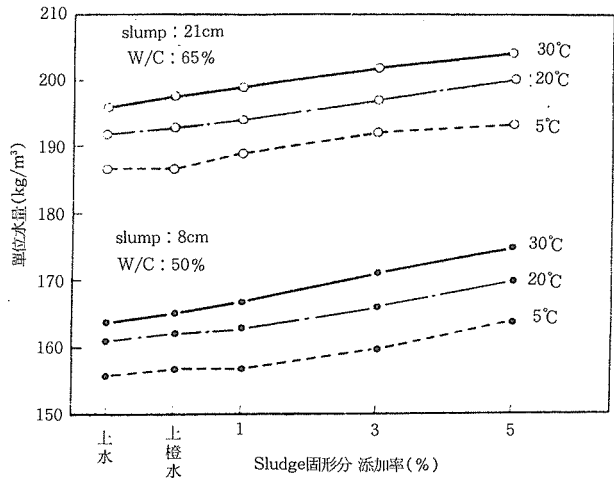


圖-17. 上水콘크리트와 동일slump를 얻는 단위수량(온도의 영향, AE콘크리트)

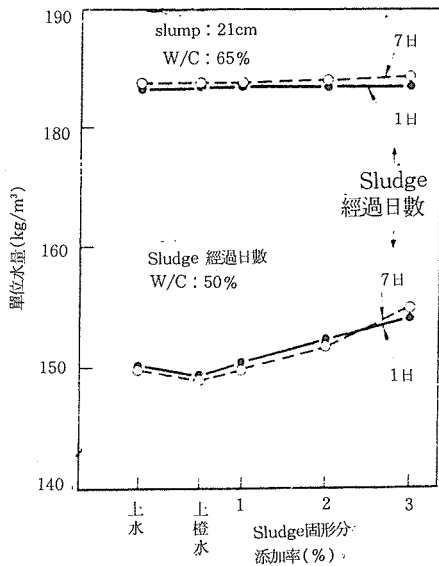


圖-18. 상수콘크리트와 동일slump를 얻는 단위수량(온도의 영향, AE콘크리트)

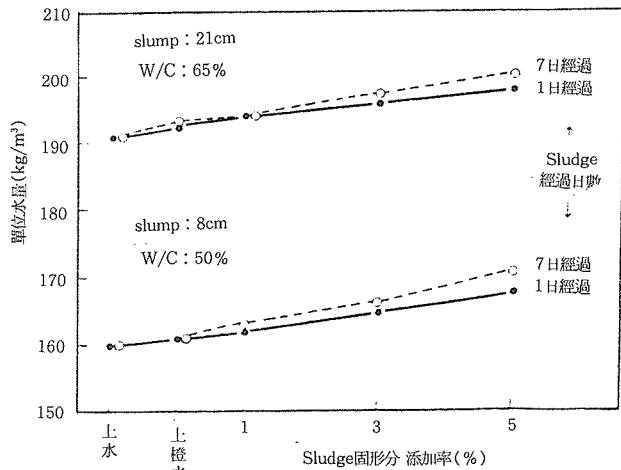


圖-19. 상수콘크리트와 동일slump를 얻는 단위수량 (Sludge수의 경과일수의 영향, AE콘크리트)

용한 콘크리트의 단위수량과 거의 비슷하다. 그러므로 상등수를 사용한 경우 단위수량을

보정할 필요는 없다.

1-1-2) Sludge수를 사용한 콘크리트



表-11. 人工 Sludge의 체殘分 및 原砂의 產地

試驗所	P		Q		R		微細砂의 原砂의 產地
	(Cement정도의 Sludge)		(cement : 微砂=1 : 1)		(微 砂)		
	88 $\mu$	44 $\mu$	88 $\mu$	44 $\mu$	88 $\mu$	44 $\mu$	
A	4.6	16.6	42.7	60.8	56.4	76.9	福島縣鮫川
B	21.2	41.9	28.4	55.9	35.6	69.9	山口縣秋穂(海砂)
C	10.2	18.0	28.5	46.3	49.8	76.2	埼玉縣荒川
D	4.8	16.3	—	—	63.0	87.2	千葉縣市原市鶴舞(山砂)
E	—	—	—	—	3.6	26.0	札幌郡廣島町(山砂)
F	7.6	21.7	33.8	42.6	55.6	70.8	岡山縣玉野市日比(海砂)
G	6.2	23.7	25.7	44.8	46.7	69.0	福井縣美濱町(浜砂)
H	5.5	30.0	35.0	60.0	61.0	86.0	利根川
I	7.7	21.2	36.7	55.3	65.7	89.4	山九縣湯玉(海砂)

表-12. 上水 콘크리트와 동일slump를 얻는 단위수량비(Sludge組成의 영향에 관해서)

W/C (%)	slump (cm)	表面 活性劑	Sludge 區 分	上 水 콘크리트	Sludge 固形分添加率(%)		
					1	3	4
50	8	AE劑 (빈출)	P	100	100	103	104
			Q	100	100	100	102
			R	100	100	101	101
65	21	AE減水劑 (포조리스) No. 5. L	P	100	100	101	102
			Q	100	100	101	102
			R	100	100	100	101

Sludge水を 사용한 콘크리트의 단위수량은 圖-16~圖-20과 같이 Sludge고형분의 시멘트에 대한 添加率의 증가에 따라서 증가한다. 그러므로 上水를 사용한 콘크리트와 동일 consistency · 동일 강도를 얻기 위해서는 cement량을 고형분 첨가율 1%에 대해 1~1.5% 증가시킬 필요가 있다. 單位水量에 대해서 요인별로 검토하면 以下와 같다.

a) 단위수량의 증가비율은 AE제, 減水劑의 兩者에 대해 거의 비슷하다.(圖-16~17 참조)

b) 硬한 콘크리트(slump 8cm, w/c 50% : 以下 同様)쪽이 軟한콘크리트(slump 21cm, w/c 65% : 이하 동양)보다 단위수량 증가가 약간 크다.(圖-16~19)

c) Sludge水を 사용할 때까지의 경과일수가 길게 되면 단위수량의 증가분은 약간 크게 되지만 Sludge固形分の 시멘트에 대한 添加

率이 3%이내에서는 단위수량의 증가분은 거의 비슷하다고 생각해도 좋다.(圖-19)

d) 溫度條件이 5°C, 20°C, 30°C로 높아지면 단위수량은 상대적으로 증가하지만 Sludge固形分 添加率에 대한 단위수량의 증가분은 온도에 따라서 변하지 않는다.(圖-18)

e) Sludge固形分 중에 시멘트 水和物의 함유량이 증가하는 정도에 따라 단위수량의 增加 傾向이 크다. 고형분의 組成이 微砂의 경우 단위수량은 거의 증가하지 않는다.(圖-20, 表-12)

1-2) 細骨材率

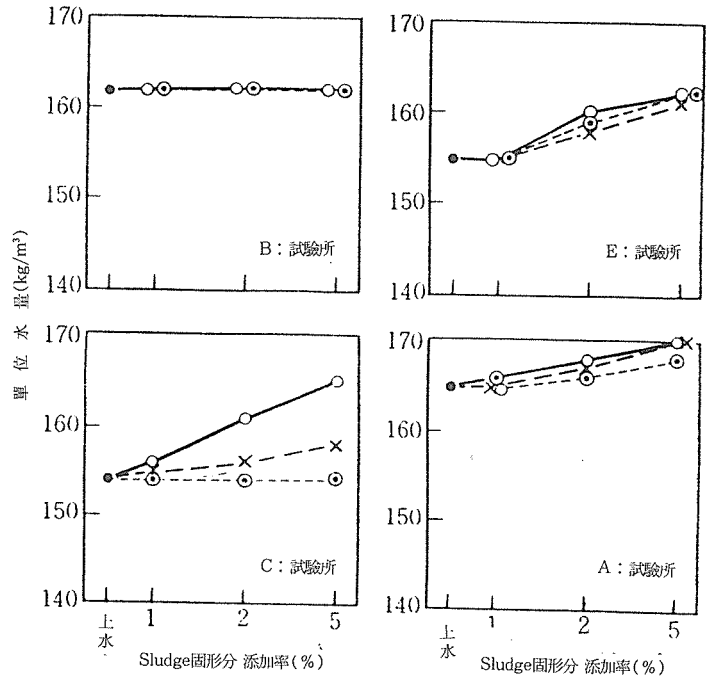
1-2-1) 상등水を 사용한 콘크리트

상등수를 사용한 콘크리트의 細骨材率은 圖-21~23과 같이 上水를 사용한 콘크리트의 세골재율과 거의 비슷하다. 그러므로 상등水を 사용하는 경우 세골재율을 補正할 필요가 없다.

(a) w/c : 50%, slump : 8cm,  
AE콘크리트

Cement  
水和物 微砂  
P : 100% 0%  
Q : 50% 50%  
R : 0% 100%

( Sludge, P, Q, R의 체殘分 및  
微砂의 산지는 表-11 참조 )  
上水 P Q R  
● ○—○ x--x ⊙--⊙



(b) w/c : 65%, slump : 25cm,  
AE減水劑를  
사용한 콘크리트

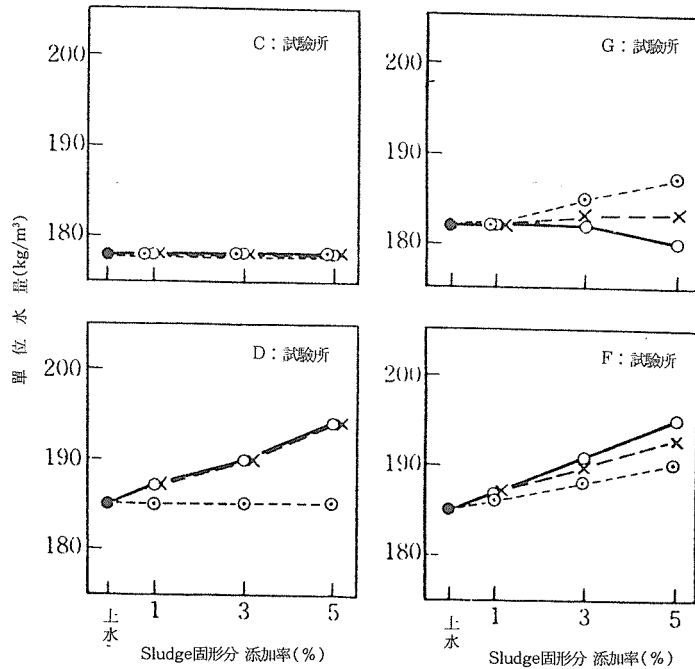


圖-20. 上水 콘크리트의 동일slump를 얻는 단위수량(Sludge組成의 영향, AE콘크리트)

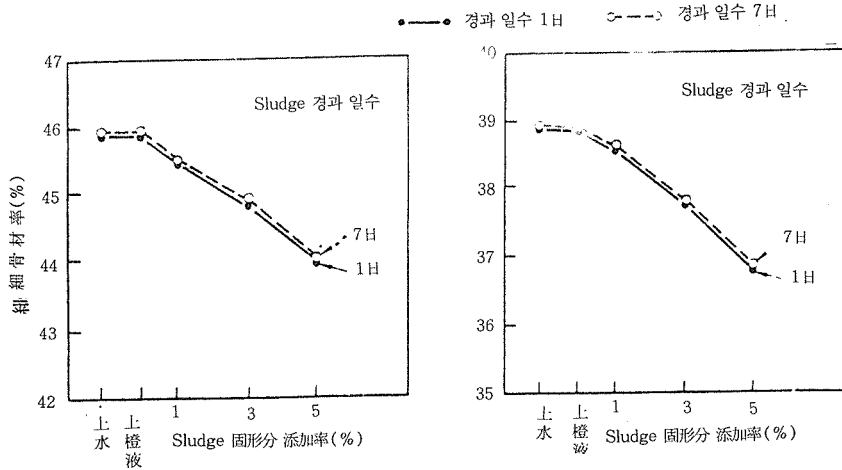


圖-21. 上水 콘크리트와 동일 workability로 하는 細骨材率(AE 콘크리트)

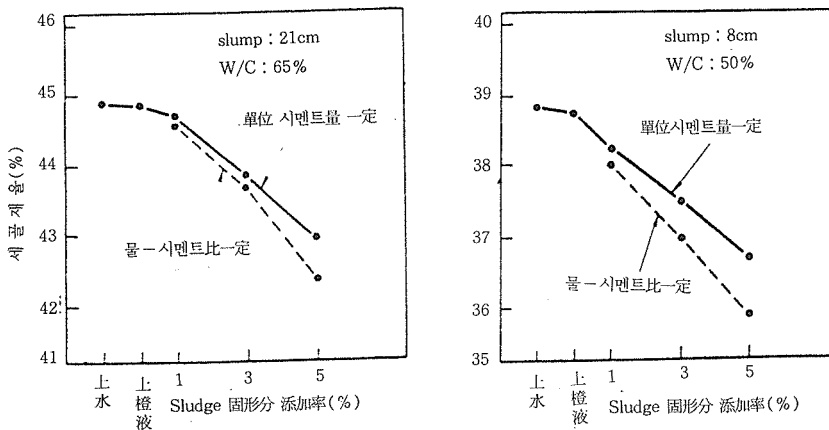


圖-22. 上水 콘크리트와 동일 workability로 하는 細骨材率(감수제 콘크리트)

1-2-2) Sludge水를 사용한 콘크리트

Sludge水를 사용한 콘크리트의 세골재율은 圖-21~23과 같이 Sludge고형분의 cement에 대한 첨가율의 증가에 따라서 감소한다. 그 비율은 고형분첨가량 1%로 인하여 세골재율로 거의 0.5%감소한다. 만약 이 細骨材率을 보정하지 않으면 前項 “單位水量”의 증가분은 더욱 크게 된다.

細骨材率에 대해서 要因別로 검토하면 다음과 같다.

a) 세골재율의 감소비율은 AE제, 감수제

거의 비슷하다고 해도 좋다.(圖-21, 22)

b) 세골재율의 감소비율은 硬, 軟한 콘크리트 모두 비슷하다고 해도 좋다.(圖-21, 22)

c) Sludge固形分の 組成이 변하여도 세골재율을 감소할 필요가 없지만 고형분중 시멘트 水和物의 함유량이 많은 경우 감소비율을 약간 크게 해도 좋다.(圖-23)

1-3) AE제의 添加量

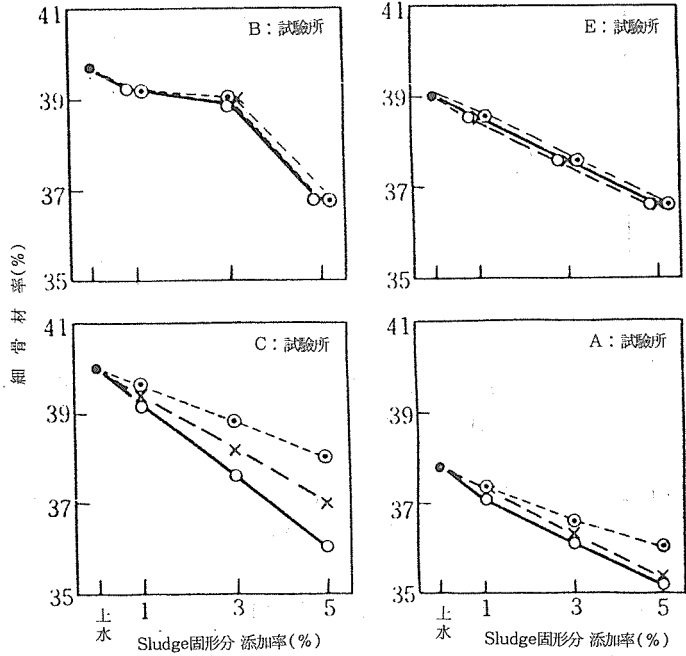
1-3-1) 상등水 콘크리트

상등水를 사용한 콘크리트의 AE제 첨가량은 圖-24 및 26과 같이 上水를 사용한 콘크

(a) w/c : 50%, slump : 8cm,  
AE 콘크리트

Cement  
水和物 微砂  
P : 100% 0%  
Q : 50% 50%  
R : 0% 100%

上水 P Q R  
● ○ x ○ ○



(b) w/c : 65%, slump : 25cm,  
AE 減水劑를 사용한 콘크리트  
(Sludge, P, Q, R의 剩殘分 및  
微砂의 産地는 表-11 參照)

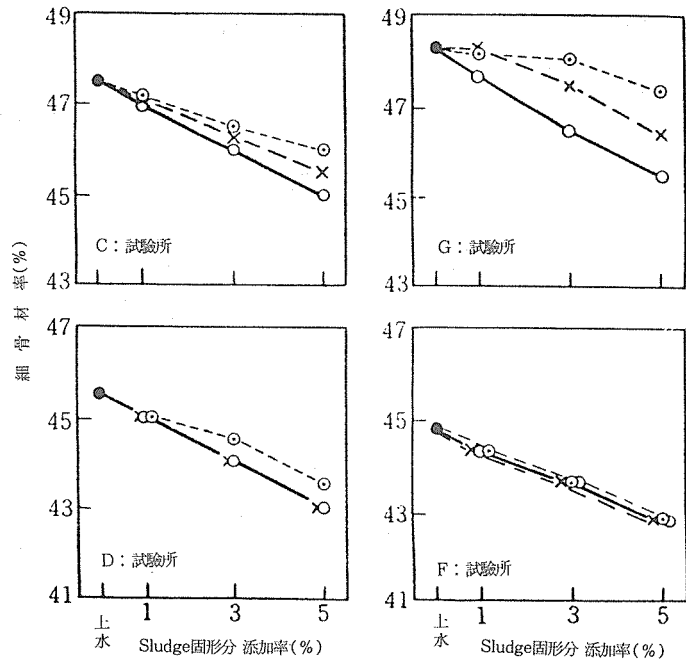


圖-23. 上水 콘크리트의 동일 Workability로 하는 細骨材率

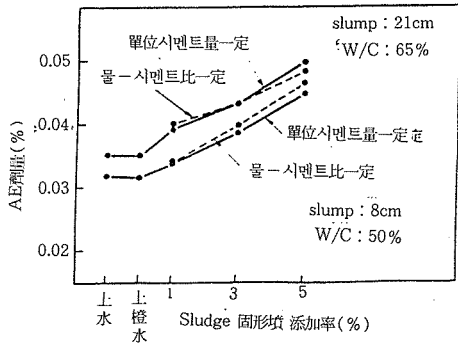


圖-24. 上水 콘크리트와 동일 공기량으로 하는 AE제(AE제, 빈줄)

리트의 첨가량과 비슷해도 좋다. AE감수제의 경우도 圖-25와 같이 상등수를 사용한 콘크리트의 공기량은 上水를 사용한 콘크리트의 공기량보다 다소 크지만 큰 차이는 아니다.

1-3-2) Sludge水を 사용한 콘크리트

Sludge水を 사용한 콘크리트에서는 圖-24, 26, 27과 같이 소요 공기량(4±1%)를 얻은 AE제 첨가량은 Sludge固形分の 첨가율의 증가와 함께 증가한다.

AE제 첨가량은 固形分 添加率 1%에 대해서 8~12% 늘릴 필요가 있다. AE감수제의

경우도 圖-25와 같이 고휘분 첨가율이 증가하면 공기량은 감소한다. 空氣量의 감소치는 上水 콘크리트에 대해서 固形分 첨가율 1%

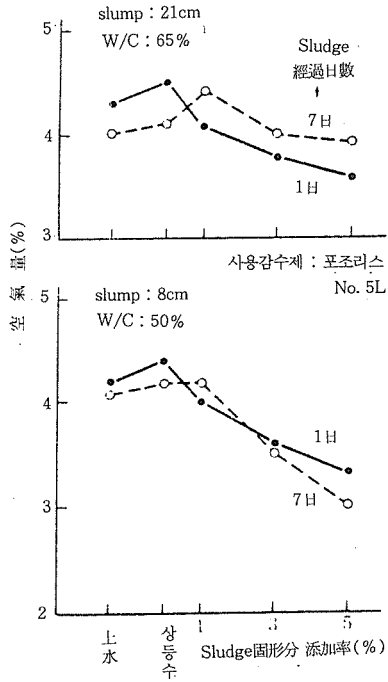


圖-25. 減水劑添加량을 上水 콘크리트로 동일하게 한 경우의 空氣量의 변화

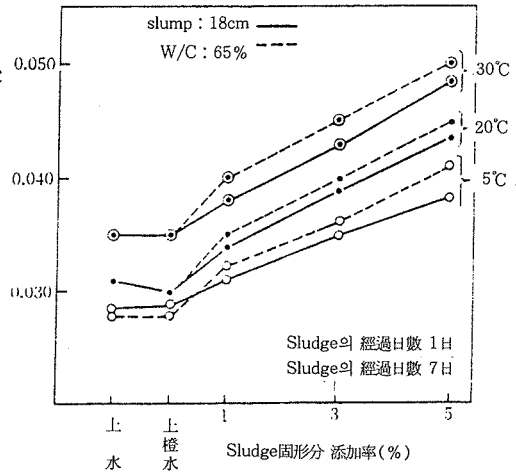
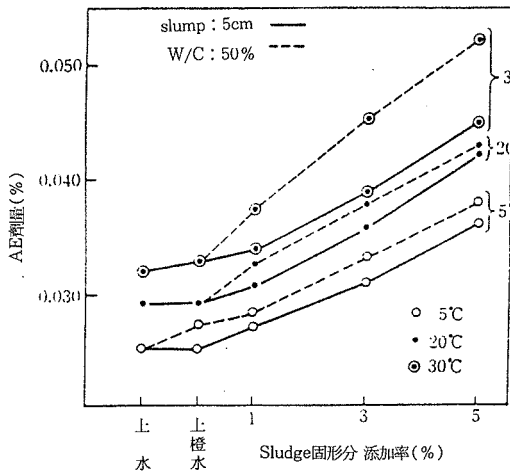


圖-26. 上水 콘크리트와 동일 공기량을 얻는 AE제량(Sludge의 경과일수 및 溫度의 영향, AE 빈줄)

a) W/C : 50%, slump : 8cm, AE 콘크리트

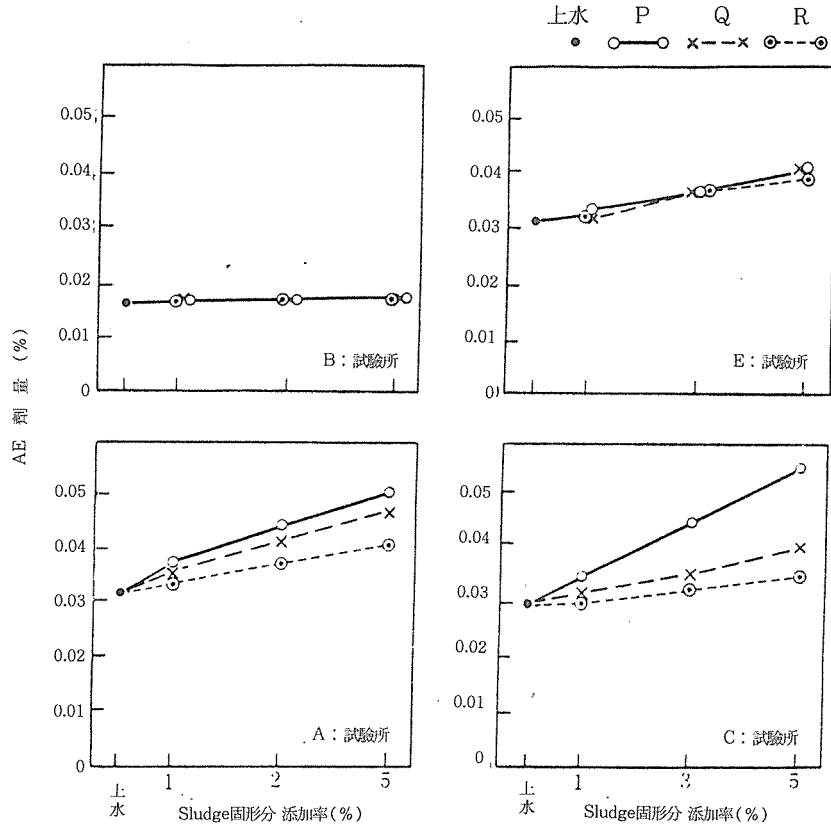


圖-27. 上水 콘크리트와 동일공기량을 얻는 AE제량(Sludge組成의 영향, AE 콘크리트, slump 8cm)

에 0~0.3%이다. 고품분 첨가율이 많은 경우는 공기량조정제의 첨가량을 증가시킬 필요가 있다. AE제 첨가량에 관해서 要因別로 검토하면 以下와 같다.

a) AE제의 첨가량은 硬한 콘크리트와 軟한 콘크리트에서는 차가 없다.(圖-24~26)

b) 溫度조건이 5°C, 20°C, 30°C로 높게 되면 AE제의 첨가량은 증가한다. 그러나 上水를 사용한 콘크리트의 첨가량에 대한 AE제의 증가분은 前記 수치의 범위내에 있다.(圖-26)

c) Sludge水를 사용할 때까지의 경과일수가 길어지면 AE제의 첨가량은 많게 된다. 그

비율은 채취후 1日 경과한 Sludge水를 사용한 콘크리트에 필요한 AE제 량에 대해서 채취후 7日 경과한 Sludge水를 사용한 콘크리트에서는 固形分の 添加量 3%에서 1.05배~1.45배이다.(圖-26)

d) Sludge 固形分の 組成이 약간 변해도 AE제 첨가량의 보정치를 변경할 필요는 없는 것 같지만, 고품분중 시멘트 수화물의 함유량이 많은 정도에 따라 AE제의 첨가량의 보정치는 크게되는 경향이 있다.(圖-27)

2) 콘크리트의 凝結 Bleeding

2-1) 凝結

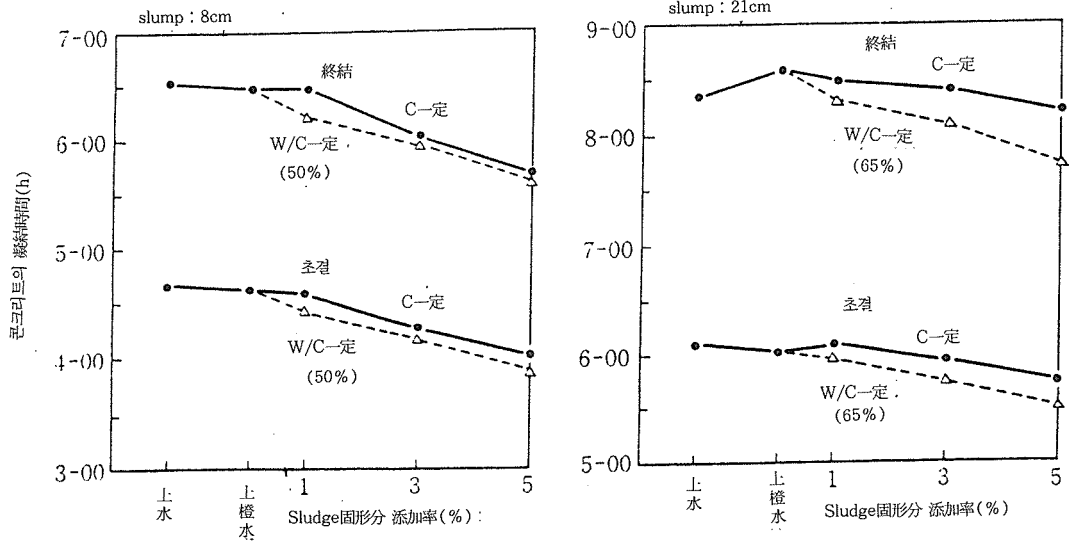


圖-28. 상등水, Sludge水 添加 콘크리트의 응결시간(AE 콘크리트)

2-2-1) 상등水를 사용한 콘크리트  
 상등水를 사용한 콘크리트의 응결시간은 圖-28과 같이 上水를 사용한 콘크리트의 응결시간과 거의 비슷하다.

2-1-2) Sludge水를 사용한 콘크리트  
 Sludge水를 사용한 콘크리트의 凝結時間은 圖-28과 같이 Sludge固形分의 시멘트에 대한 添加率의 증가에 따라서 초결, 종결이 빨라진다. 그러나 응결시간이 빨라지는 程度는 고흡분의 첨가율 3%에서 30분이내이며, 實用上 문제가 되지 않을 것이다. 응결시간이 빨라지는 程度는

- a) 傾한 콘크리트와 軟한 콘크리트에서 큰 차이는 없다.
- b) 單位 cement량을 일정하게 한 경우에 비해서 물-시멘트비를 일정하게 하는 쪽이 凝結時間이 빨라지는 정도가 크다.

c) Sludge와 흙분을 동시에 혼입한 때의 시멘트응결시간을 圖-29에 나타내었다. 흙분(泥分) 混入率이 증가하면 응결의 초결, 종결시간은 상당히 빨라진다.

여기에 Sludge고형분은 cement에 대해서

0, 3, 5%로 첨가해도 응결시간은 거의 변하지 않는다. 다시말해 일반적으로 사용되는 程度의 흙분(泥分)을 함유한 모래를 사용하는 경우 Sludge를 첨가하는 것에 따라 특별히 응결시간이 변하는 것은 아닌것 같다.

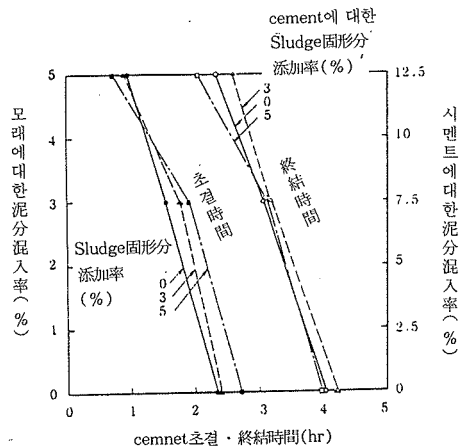


圖-29. 흙분(泥分) 및 Sludge의 混入率과 cement 초결·종결시간과의 관계

## 2-2) Bleeding

### 2-2-1) 상등水를 사용한 콘크리트

상등수를 사용한 콘크리트의 Bleeding은 圖-30과 같이 上水を 사용한 콘크리트와 거의 비슷하다.

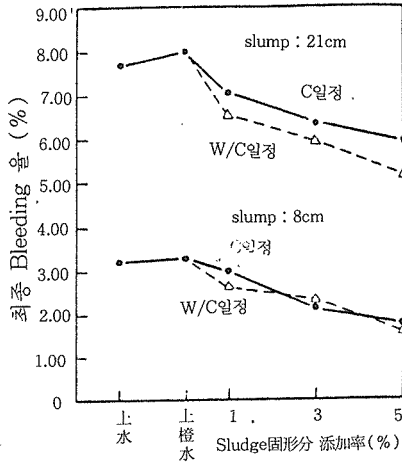


圖-30 상등수 Sludge첨가 콘크리트의 bleeding率(%)

### 2-2-2) Sludge를 사용한 콘크리트

Sludge를 사용한 콘크리트의 Bleeding率은 圖-30과 같이 Sludge固形分の cement량에 대한 첨가율의 증가에 따라서 감소한다. 이 감소치는 고행분의 첨가율 3%에서 1~1.5%이며, 실용상 문제가 되지 않을 것이다. Bleeding이 약간 적게되면 응결시간이 빨라지기 때문에 하절기에 시공할 때에는 흙손끝마무리의 시기를 놓치지 않도록 신중히 배려할 필요가 있다.

### 3) 壓縮強度

回收水를 사용한 콘크리트에 대해서 上水を 사용한 콘크리트와 동일 물-시멘트비로 하고 consistency 및 공기량도 비슷하게해서 압축강도를 구하고 회수수 사용에 따른 강도변화에 대해서 시험하였다.

#### 3-1) 상등수를 사용한 콘크리트

상등수를 사용한 콘크리트의 압축강도는 圖-31, 32, 34~36과 같이 여러가지 조건을

변경하여 강도시험을 하였지만 上水を 사용한 콘크리트의 압축강도와 거의 비슷하였다. 그러므로 상등수를 사용할 경우에는 配合 및 強度上 특별한 보정을 필요하지 않는다.

#### 3-2) Sludge水를 사용한 콘크리트

Sludge水를 사용한 콘크리트 압축강도는 圖-31~36과 같이 다음의 조건, 다시말해 “물-시멘트비, consistency 및 공기량을 上水を 사용한 콘크리트와 비슷하게 하고, 한편으로는 Sludge固形分을 시멘트에 대한 3%以下로 한다”라고 하고 시험조건을 여러가지로 변경해도 上水を 사용한 콘크리트의 압축강도와 거의 비슷하다. 그렇지만 Sludge水를 사용한 경우 前記조건이 성립하도록 배합을 정하면 좋다.

압축강도에 대해서 要因別로 검토하면 以下와 같다.

3-2-1) 단위 시멘트량을 일정하게 한 콘크리트에서는 Sludge고형分の 첨가율이 증가하면 압축강도는 떨어진다. 이것은 固形分の量에 比例해서 單位水量이 증가하고 물-시멘트비가 크게되기 때문이다.(圖-31)

3-2-2) Sludge水를 사용한 콘크리트 압축강도 편차는 재령 7일에서는 조금 크지만 재령이 경과하면 적어진다.(圖-31)

3-2-3) AE제 또는 감수제를 사용하는 경우 각각 前記 3-2)의 조건을 만족하도록 해서 콘크리트를 만들면 그 압축강도는 上水を 사용한 콘크리트의 압축강도와 거의 비슷하다.(圖-31~37)

3-3-4) 온도조건(5, 20, 30°C)를 변경해도 Sludge水를 사용한 콘크리트의 압축강도는 상수를 사용한 콘크리트의 압축강도와 거의 비슷하다.(圖-34)

3-3-5) Sludge水를 사용할 때까지의 경과일수가 길어져도 이것을 사용한 콘크리트의 압축강도는 변하지 않는다.(圖-35)

3-3-6) Sludge고형分 중의 cement水和物 含有量이 변해도 압축강도는 上水を 사용한 콘크리트와 큰 차가 없다.



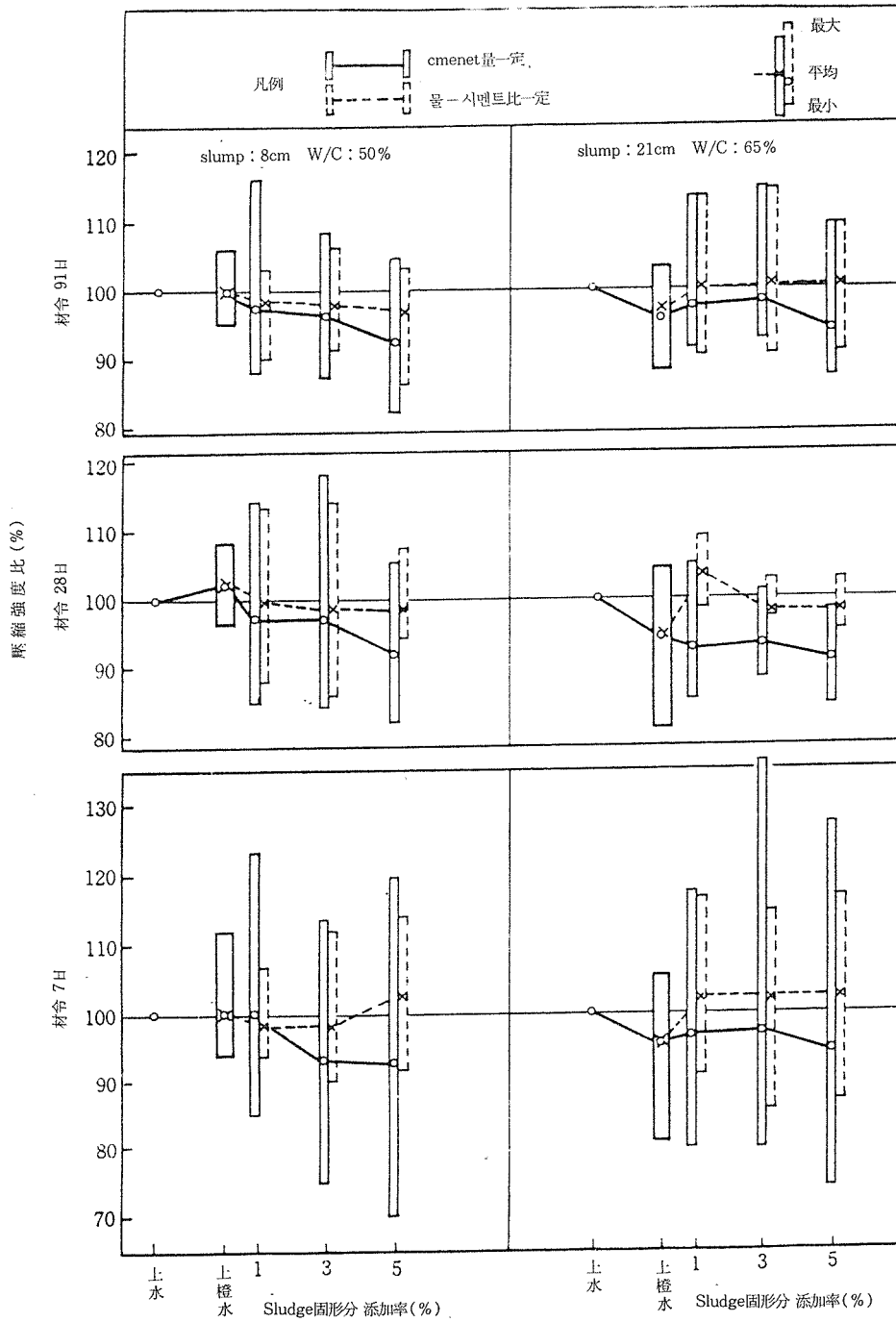


圖-31 상등水, Sludge첨가 콘크리트의 압축강도(AE 콘크리트)

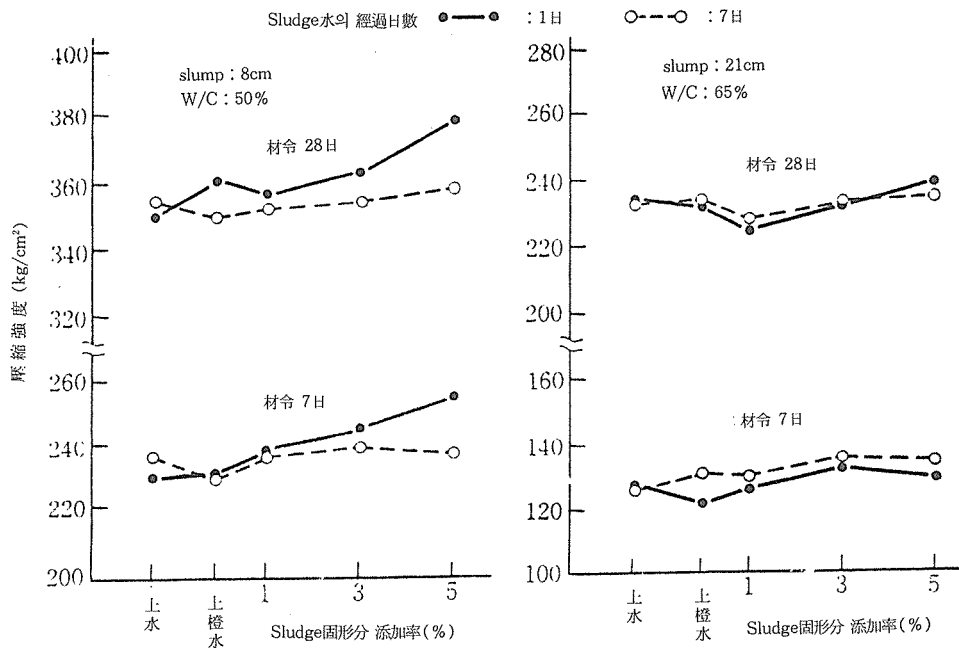


圖-32. 상등水, Sludge첨가 콘크리트의 압축강도 (감수제콘크리트의 경우)

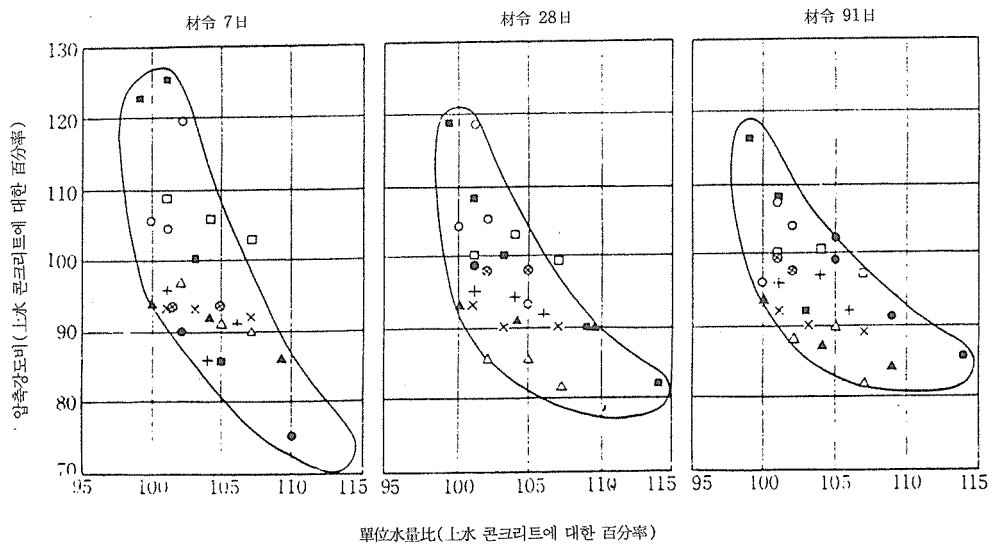


圖-33. 단위시멘트량 일정한 경우의 Sludge첨가 콘크리트의 단위수량과 압축강도와의 관계 (AE 콘크리트, slump : 8cm, W/C=50%)

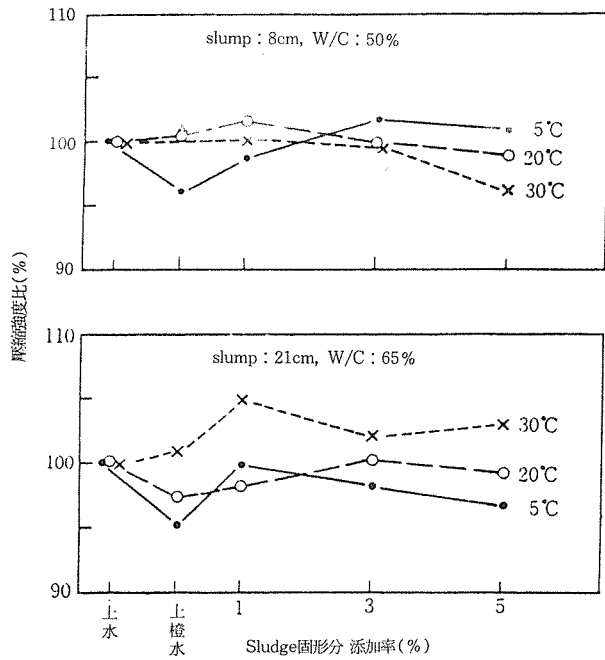


圖-34. 상등水, Sludge첨가 콘크리트의 壓縮強度 (온도 조건의 영향)

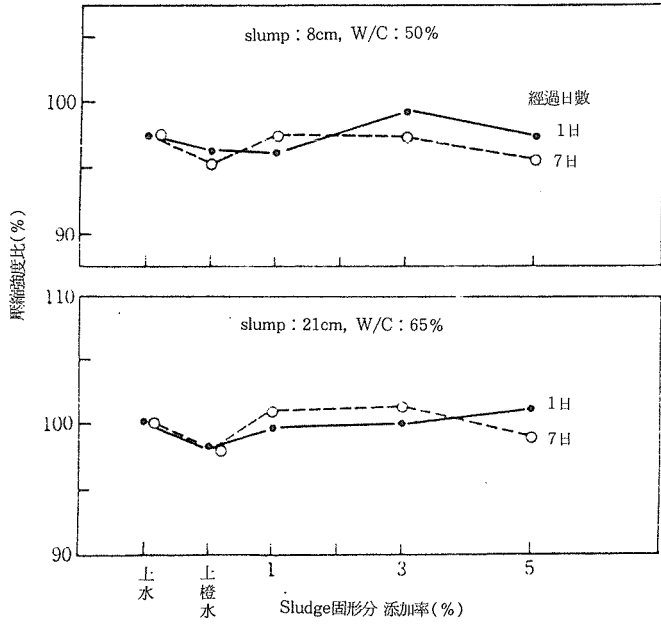
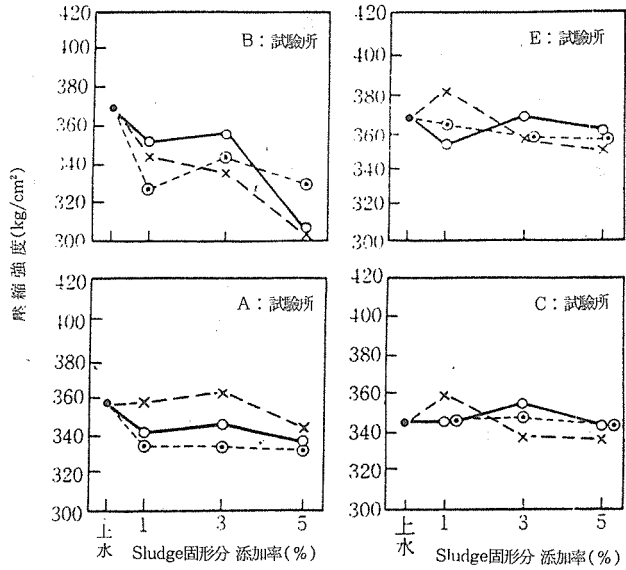


圖-35. 상등水, Sludge첨가 콘크리트의 壓縮強度 (Sludge의 경과일수의 영향)

(a) W/C : 50%, slump : 8cm,  
AE 콘크리트

上水 P Q R  
● ○ × ○ ● ○



(b) W/C : 65%, slump : 21cm,  
AE 減水劑를 사용한 콘크리트

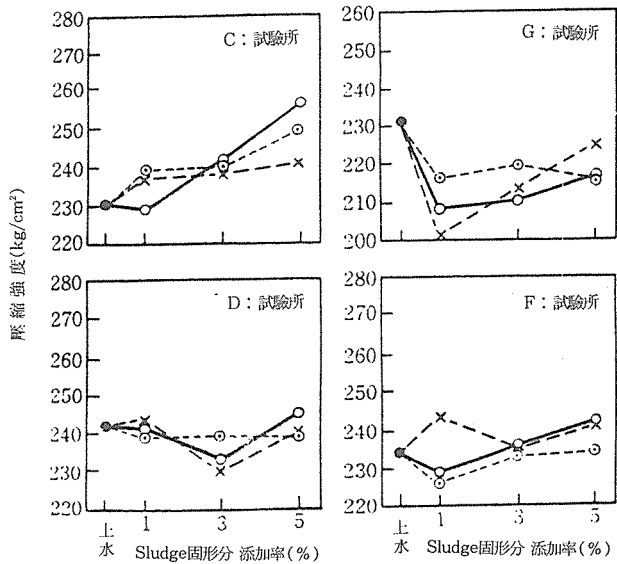


圖-36. Sludge組成이 콘크리트 압축강도에 미치는 영향(AE 콘크리트, slump : 8cm)

表-13. Sludge組成이 콘크리트 압축강도에 미치는 영향(압축강도比)

W/C (%)	slump (cm)	表面活性劑	Sludge 區分	上水 콘크리트	Sludge 固形分 添加率 (%)		
					1	3	5
50	8	AE劑 (빈출)	P	100	67	98	96
			Q	100	100	99	98
			R	100	99	99	97
65	21	AE減水劑 (포조리스) No. 5. L	P	100	100	99	103
			Q	100	101	99	101
			R	100	100	190	100

材令 28日강도비 平均値

4) 압축강도 이외의 力學的성질

압축강도 이외의 역학적 성질로서 回收水를 사용한 콘크리트의 휨강도, 인장강도, 부착강도, 동탄성계수인 경우 상등水 콘크리트는 上水콘크리트와 거의 비슷하며, 특별히 고려할 필요가 없다.

Sludge 콘크리트인 경우는 Sludge고형분의 cement에 대한 첨가율 3% 以下에서는 上水콘크리트와 거의 비슷하게 된다.

5) 收縮

回收水를 사용한 콘크리트에 대해서 Sludge 고형분의 cement에 대한 첨가율, Sludge組成, 採取後 사용까지의 경과일수, 콘크리트의 양생조건 등을 변경, 또는 AE제, AE감수제 사용의 유무에 의한 收縮에 관해서 上水를 사용한 콘크리트와 비교시험을 하였다.

5-1) 상등水를 사용한 콘크리트

상등水를 사용한 콘크리트 수축은 圖-37~45와 같이 광범위하게 사용조건을 변경해도 上水를 사용한 콘크리트의 수축과 거의 비슷하다. 그러므로 상등水를 사용할 경우 收縮은 上水와 同様の 수치를 갖는 것이라고 생각해도 좋다.

5-2) Sludge水를 사용한 콘크리트

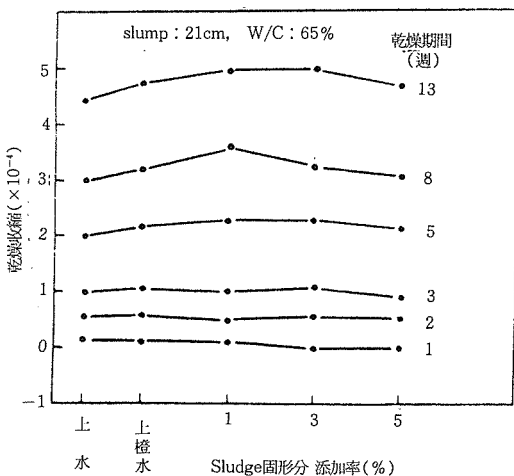


圖-37. 回收水 사용 콘크리트의 건조수축 (plain 콘크리트)

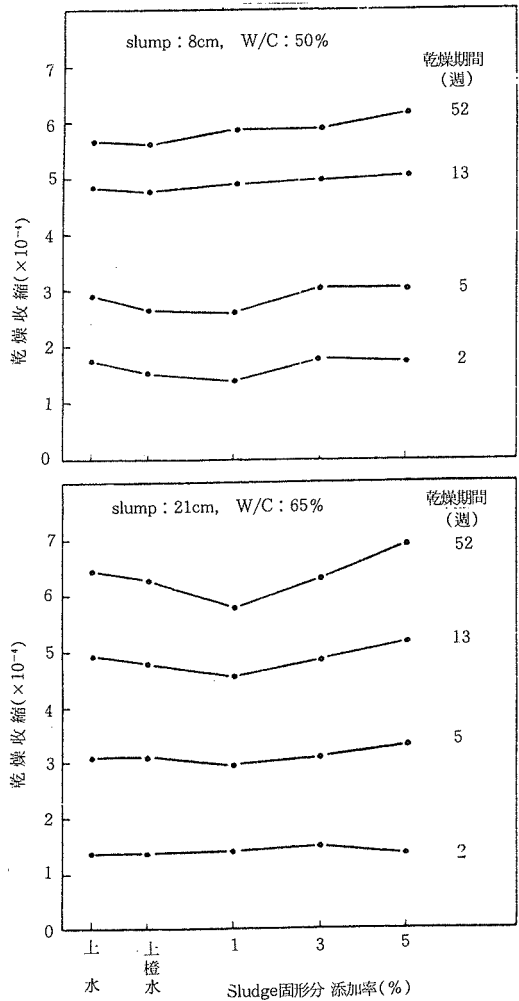


圖-38. 回收水사용 콘크리트의 건조수축 (AE 콘크리트)

Sludge水를 사용한 콘크리트의 收縮은 圖-37~44와 같다. 前述과 같이 광범위하게 조건을 변경해서 시험하였는데 Sludge고형분의 cement에 대한 첨가율 3% 以內에서는 Sludge水를 사용한 콘크리트의 收縮은 上水를 사용한 콘크리트에 比較해서 약10% 증가이 내이며 실용상 문제는 되지 않을 것이지만, 近年 콘크리트 균열에 관한 trouble이 많기 때문에 세척수의 사용유무에 관계없이 균열防止에 대한 신중한 고려가 필요하다. 수축에

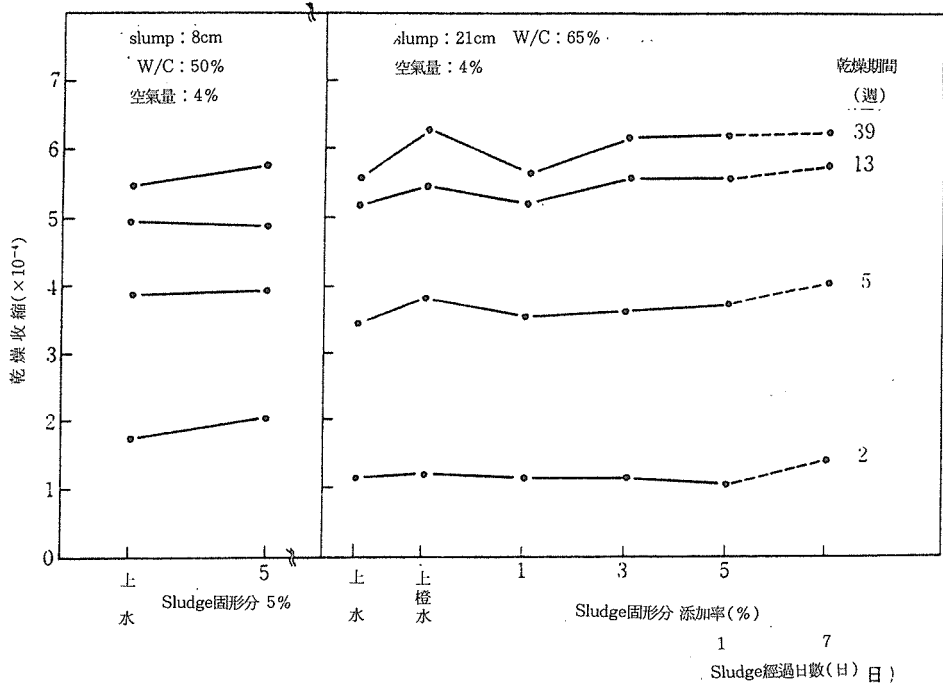


圖-39. 回收水사용 콘크리트의 乾燥收縮(AE제 사용, 양생온도 30°C)

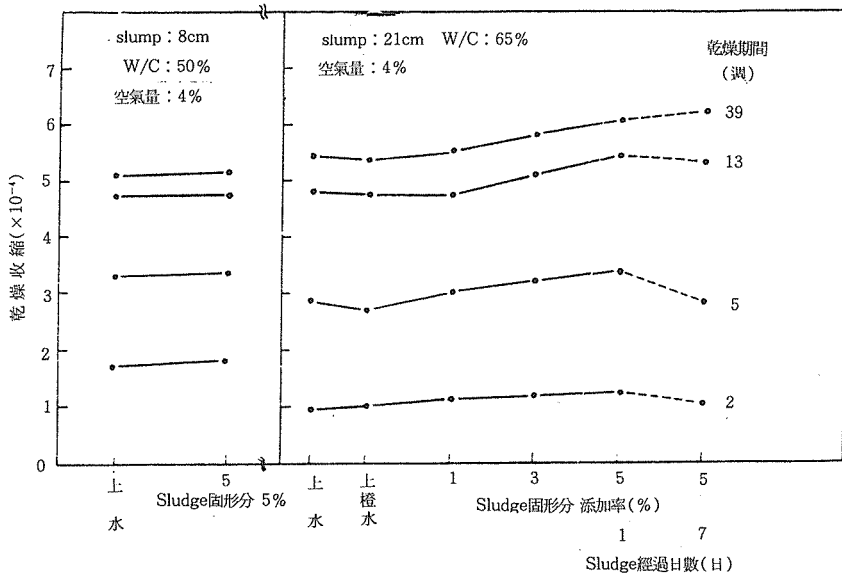


圖-40. 回收水사용 콘크리트의 乾燥收縮(AE제 사용, 양생온도 20°C)

대해서 要因別로 검토하면 다음과 같다.

5-2-1) Sludge固形分の cement에 대한

첨가율이 1, 3, 5%로 증가한 경우 收縮은 거의 변하지 않지만 약간 크게된다. 그 비율은

Sludge固形分 記號	Sludge固形分の組成(重量比)	
	cement水和物	微砂(0.15mm以下)
P	100	0
Q	50	50
R	0	100

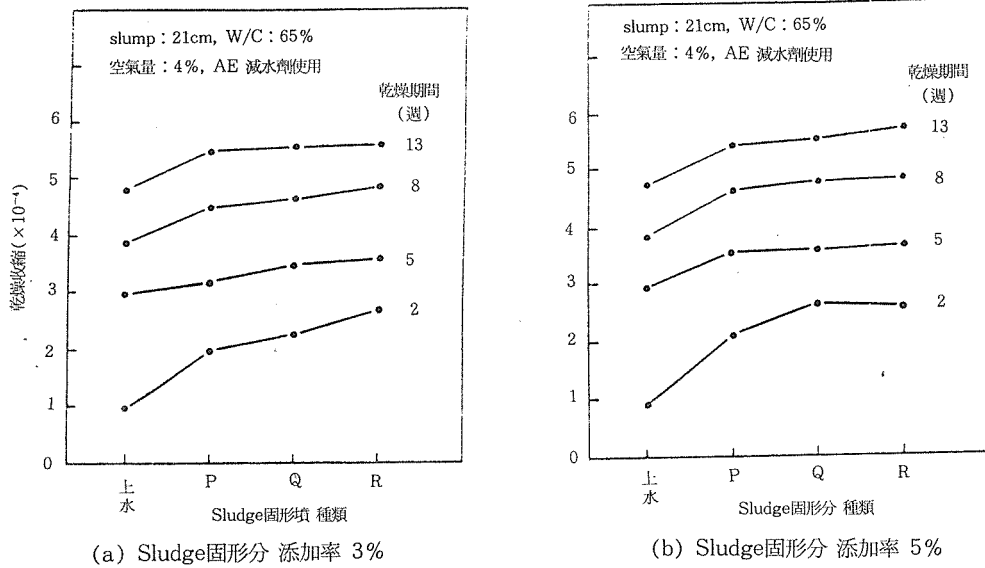


圖-41. Sludge固形分の種類와 콘크리트의 건조수축

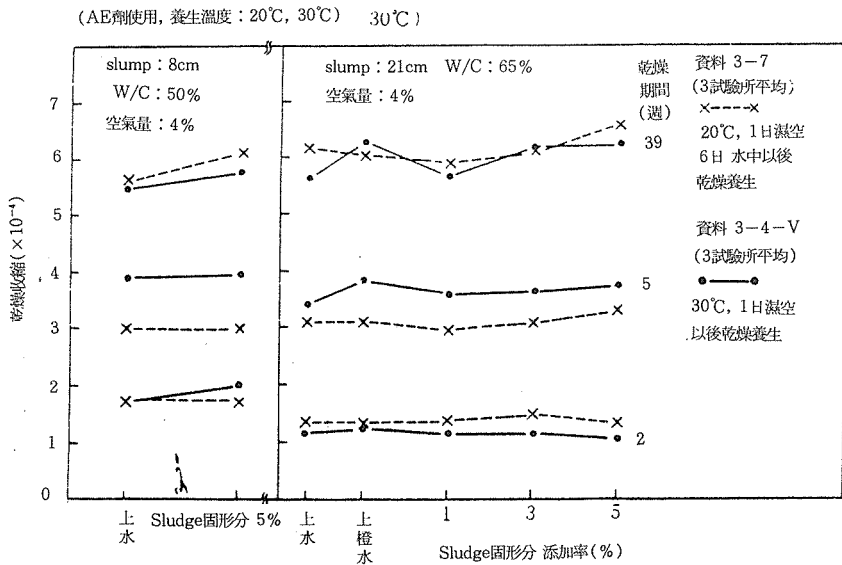


圖-42. 回收水사용 콘크리트의 溫度와 乾燥收縮

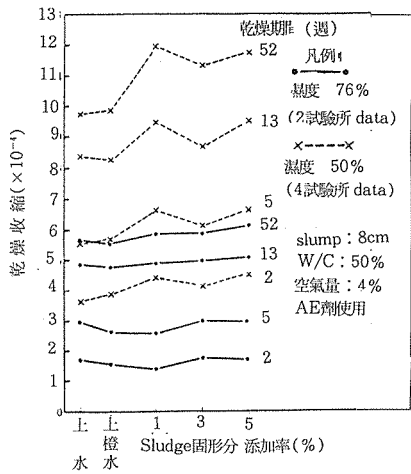


圖-43. 回收水사용 콘크리트의 養生溫度와 건조수축

Sludge 固形分의 첨가율이 3% 이내이면 上水를 사용한 콘크리트에 비해서 수축의 増分은 약 10% 이내라고 보아도 좋다.(圖-37~40, 42~45) 圖-41은 재령초기에서 收縮이 크게 되었는데 이것에 대해서는 下記 5-2-4에서 검토한다.

5-2-2) AE제, 분산제를 사용한 경우에는 (圖-38~45) 또는 사용하지 않은 경우 (圖-37) 각각에 대해서 Sludge 固形分의 첨

가율을 3% 以內로한 콘크리트의 收縮은 上水를 사용한 콘크리트의 수축과 비슷하던가 크지만 그 増分은 10% 이내이다.

5-2-3) 傾, 軟한 콘크리트에 관계없이 Sludge 水로 사용한 콘크리트의 收縮과 上水를 사용한 콘크리트 수축과의 상호관계는 변하지 않는다.(圖-38~40, 42)

5-2-4) Sludge 固形分의 組成에 따라서 收縮은 차이가 나는 것 같기도 생각되지만 1 시험소에서 1회 시험한 결과는 圖-41과 같다. 이 결과에 의하면 Sludge 組成이 틀려도 수축은 큰 차이가 없다. Sludge 水를 사용한 콘크리트의 재령 2주에서 수축이 이상하게 커졌지만 재령 경과와 함께 上水를 사용한 콘크리트의 수축과의 差는 적게 되었다.

5-2-5) 채취후 Sludge 水를 사용할 때까지의 경과일수가 변해도 收縮量에는 差가 인정되지 않는다.(圖-39, 40)

5-2-6) 콘크리트의 養生조건을 변경하면 收縮量은 변하지만 Sludge 水를 사용한 콘크리트의 수축과 上水를 사용한 콘크리트 수축을 비교하면 큰 차이는 보이지 않는다.(圖-39, 40, 42)

예외로서 1 시험소 1회 시험한 것이지만 습

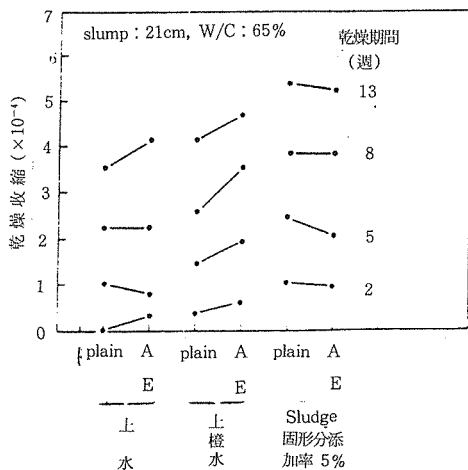
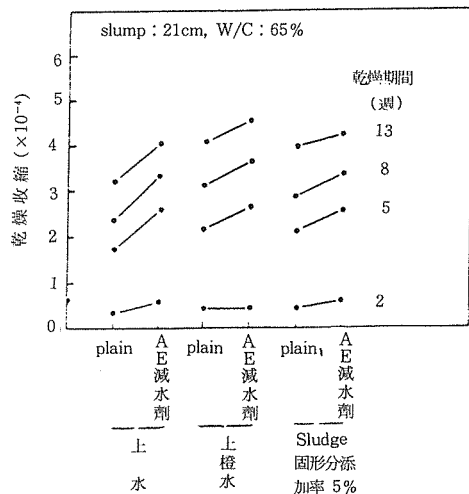


圖-44. (a) 回收水사용 plain 콘크리트와 AE 콘크리트의 건조수축



(b) 回收水사용 plain 콘크리트와 AE 감수제 사용 콘크리트의 건조수축



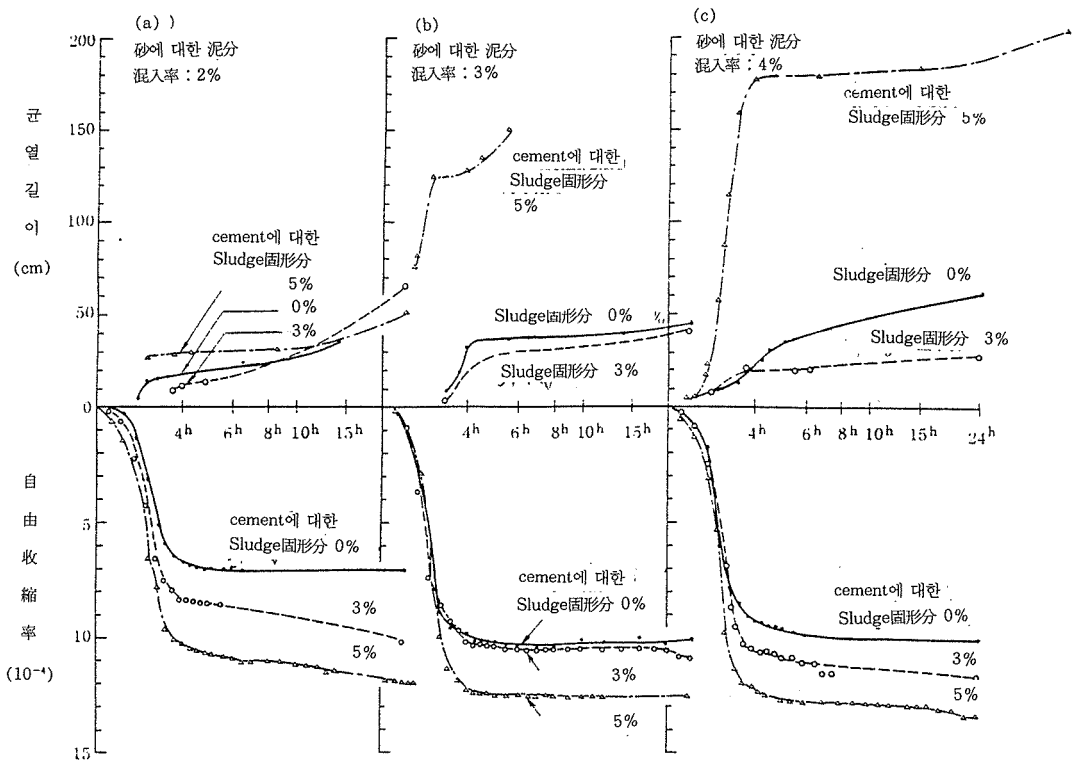


圖-45. 加水後의 경과시간과 平均길이 및 自由收縮率과의 관계

도 50%에서 양생한 경우 Sludge水를 사용한 콘크리트 수축이 약간 크며 上水를 사용한 콘크리트에 비해서 약 20%크게 되었다. 급격한 乾燥가 이루어지는 경우 신중히 고려할 필요가 있다.

5-3) Sludge수과 泥分이 동시에 콘크리트에 混入된 경우를 想定해서 초기 平均長에 관한 실험을 하였다. 그 결과를 요약하면 以下와 같다.

加水後 經過時間과 초기 平均길이와의 관계도는 圖-45와 같다.

모래에 대한 泥分混入率 2%에서 시멘트에 대한 Sludge固形分 첨가율 0, 3, 5%의 경우 平均長이는 어느 것도 큰 차이는 없었다.(圖-45 (a) 참조) 또한 泥分混入率 3, 4%라도 Sludge固形分 첨가율 3%이하에서는 平均長發生은 특별히 많아지지 않았다. 그러나 泥分혼입율 3% 以上에서 Sludge혼입율이 5%에 달

하면 平均長이는 현저하게 증대하였다.(圖-45 (b, c) 참조) 이러한 관계는 初期自由收縮, 平均長幅, 平均長갯수와의 관계로부터 명확하게 되어 있다. 이러한 결과로 보아 통상 사용되는 程度의 泥分을 함유한 콘크리트에서 시멘트에 대한 Sludge固形分 첨가율을 3% 以下로 하면 초기平均長發生에 대해서도 특별히 문제가 발생되지 않는다고 사료된다.

第7條 計量하기에 앞서 Sludge의 濃度를 測定하고 이것을 관리하여야 한다.

【解説】 第5條 및 第6條의 解説에 서술한 것과 같이 所定の 濃度를 目標로해서 Sludge水를 계획적으로 콘크리트에 사용하기 위해서는 Sludge水를 계량하기에 앞서 그 濃度를 측

정하고, 그 결과와 目標농도와와의 差가 적은 것을 확인하기도 하여, 濃度の 편차가 가능한 적게되도록 관리하여야 한다.

Sludge水의 濃度測定은 1日에 數回 또는 자동적으로 연속해서 調整槽의 Sludge水에 대해서 하는 것이 보통이며, 이러한 것의 測定結果가 안정하다고 인정될 때는 1日에 1~2회로도 좋다.

Sludge水의 농도측정 방법에는 Sludge水의 비중을 뜨는 것만으로 측정하는 比重方法 (예: 보메 비중계), 일정용기중의 Sludge水의 중량을 測定하기도 하고 pipe중을 흐르는 Sludge水의 重量變化로 측정하기도 하는 重量方法, mess cylinder 속에 Sludge水를 一定時間 정지해서 Sludge를 침전시켜 그 용적을 測定하는 容積方法, 광전관에 의해 Sludge水의 빛의 투과정도를 測定하는 광전관 方法, Sludge水중의 초음파 투과도를 측정하는 초음파방법, Sludge水와 上水와의 壓力差를 측정하는 差壓力方法 등이 있다.

이러한 測定方法에는 手動, 自動, 連續 등의 각 測定, 測定所要時間의 長短, 精度 feed back의 신속성, 簡便性, 經費, 保守 등의 점에서 각각 特徵이 있으며 각 공장에 적합한 測定方法을 選定하는 것이 중요하다.

어떤 방법을 사용하더라도 여과지로서 Sludge水를 여과해서 이것을 건조하고 Sludge고형분의 중량을 직접 측정하는 시험방법에 의해서 농도의 測定結果를 반드시 검정해 두어야만 한다. 이 검정은 設備를 改造하던가 재료가 변하던가 했을 때 반드시 實施하여야 하는 것은 당연하다. 예를들면 Sludge水의 비중과 농도와와의 calibration圖는 Sludge고형분의 시멘트로부터 오는 成分과 골재로부터 成分과의 비가 骨材回收設備의 개조와 운전狀況의 변화 등에 의해서 變動한 때에는 반드시 재검정 하여야 하는 것이다.

【參考資料: Sludge水의 濃度測定 方法】

第8條 計量器로의 供給系統은 Sludge水와 上水로 나누어서 별도로 설계하여야 한다.

【解説】 Sludge水를 계량기로 공급하는 pipe와 弁은 上水의 공급계통관은 별개로 설치하여야 한다. 이것은 Sludge水의 공급계통에는 그 막힘방지를 위해 Sludge水를 흘려서 조정조로 순환하는 return pipe 등을 설치하는 것, Sludge水用 pipe는 마모가 크기 때문에 交換을 요하는 것이 많은 것, 핀치밸브를 사용하는 등 그 弁구조가 上水 pipe의 경우와 틀리다는 것 등 때문이다.

계량기는 Sludge水, 상등水 및 上水를 각각 별도로 하는 경우와 하나의 계량기를 공유하는 경우가 있다.

前者는 농축 Sludge水를 그대로 계량하고 별도로 계량한 上水 또는 상등水와 합쳐서 mixer 內에서 목표농도로 하는 경우이며, 後者는 調整槽에서 목표 농도의 Sludge水를 만들어 이것을 계량해서 사용한다.

Sludge水를 전부 사용한 경우에는 계량기로의 공급계통을 바꾸어서 上水를 同一의 계량기에 의해서 계량해 사용하는 경우도 있다.

計量器의 대수, 秤量 및 減量은 계량하는 Sludge水의 濃도와 量, Sludge水와는 별도로 동시에 계량하는 上水 또는 상등水의 量, 累積計量, 微計量 등의 諸條件을 고려해서 선정하여야 한다.

핀치밸브를 일정시간 열고, 일정농도의 Sludge水수를 항시 일정 계량하고 잔량의 微計量은 上水에 의해 하고 있는 예도 있다.

第9條 세척수의 回收와 再利用設備는 그 사용에 앞서 적정기관의 검사를 받아야 한다.

【解説】 세척수의 回收, 再利用設備를 新說



【參考資料：Sludge水の濃度測定方法】

측정방법		原 理	精 度	特 徵	問題點
수 동 측 정 식	容積法	시료를 일정용적의 메스실린더에 취하고 일정시간 방치후 침전물의 용적으로부터 농도(용적%)를 측정하고 미리실험에서 구해진 건조물%와의 환산표에 의해 중량 농도로 환산한다.	고형물의 비중과 입자의 크기에 따라 침강속도가 변하기 때문에 정도는 나쁘다.	메스실린더가 있으면 어디에서도 가능	오차가 크다
	重 量 比 重 法	시료를 일정용적의 메스실린더에 취하고 직접 그 중량을 계량한다. (예) 1000ml-1026g, 비중 1.026 비중과 건조물 농도와의 환산표로부터 농도를 안다.	저울의 정도이내에서 정확	메스실린더와 저울이 있으면 수시 측정가능. 농도와의 관계도 필요	-
	乾 燥 法 (1)	일정중량의 시료를 취하고 일정시간 105~110℃에서 건조시켜 건조물의 중량을 직접 측정한다.	정도는 최고	-	건조에 시간이 걸린다
	乾 燥 法 (2)	일정 중량의 시료를 취하고 일정시간 방치후 상등수를 제거하고 농축분을 건조 평량한다.	-	건조법(1)보다 시간은 빠르다	-
	보 매 비 중 계 에 의 한 방 법	보매 비중계를 사용하는 방법 비중과 건조물 농도와의 관계도로부터 환산한다.	상등수에는 양호하지만 Sludge수에서는 중점의 판정이 어렵다.	휴대편리 수시측정 가능	Sludge수에서는 단시간에 신속히 측정할 필요가 있다.
자 동 측 정 식	重 量 比 重 計 (1)	회수수 수송파이프 도중에 천평식 평기구를 갖춘 파이프를 삽입해서 파이프중을 흐르는 회수수의 농도 변화에 의한 중량차를 검출해서 건조물 농도로 환산한다.	설정비중 1.016±0.002 농도 3%±0.4%	연속측정가능 장시간운전에 의한 내부부착의 우려가 있다.	秤부분의 파이프는 수평으로 되어 있기 때문에 내부부착을 방지하기 위해 가끔 通水の 필요가 있다.
	重 量 比 重 計 (2)	회수수 수송 파이프 도중으로부터 천평식 평기구를 갖춘 소용기에 유도해서 농도변화에 의한 중량차를 검출해서 농도로 환산한다.	측정정도는 양호	상과 동일	용기의 底部에 Sludge와 微砂가 모이기 때문에 2시간 걸려 청소하고 있다.
	差 壓 力 法	회수수를 원통형의 차압검출장치에 끌어 이것에 접속하는 청수파이프중의 청수와의 압력차를 지시하게 하는 방법	MAX±3%	자연연속 기록가능 장시간 운전에 양호	pump의 진동에 주의한다.
	濁 度 計 光 電 管 法	회수수 수송파이프 도중으로부터 시료를 측도계에 끌어 유화카드늄 광전지에 의해 투과 광선의 광전지량을 전류계에서 읽게 한다. 농도변화가 광전지량의 변화로서 나타난다.	측정치의 ±5%	연속자동기록 및 원격지시 가능	때때로 shell內를 청소할 필요가 있다.
	超 音 波 法 透 過 度 法	회수수 수송중인 파이프 도중에 초음파 발진체를 삽입하고, 농도변화에 의한 초음파의 투과도(dB)를 측정한다. 투과도와 농도의 환산표에서 산출한다.	Sludge수의 성질이 현저하게 변하지 않으면 상관성은 높다.	초음파 발진체 표면에 Sludge가 부착하면 오차가 발생. 연속 측정가능	발진체의 水洗방법을 고려할 필요가 있다.

(注) 연속해서 농도를 측정가능해도 각각의 배합을 보정하는 것은 현실적으로 불가능하다. 연속식의 경우는 자동농도 조정을 하는 것이 좋다. 자동측정 경우는 Sludge 부착을 고려할 필요가 있다.

하던가 개조하던가하는 경우는 적절한 기간의 立會하에서 試運轉을 한다.

Sludge水の 目標濃度の 設定, 濃度測定の 檢정, 회수골재, Sludge水, 상등水등의 각 재

료의 정상적인 흐름의 확인등을 하여야 한다.

세척水を 公장으로 부터 전혀 배출하지 않고 콘크리트 재료로서 再利用하는 것은 레미콘 공장의 社會的인 책임과 의무라고 생각할

수 있으므로 이것을 하기 위한 대책을 자주적으로 수립하고 이것을 實行한다는 것은 당연한 것이며, 더욱 나아가 公平, 적정한 기관의 유익한 示唆과 권위있는 확인을 받는 것이 중요한 것이다. 세척水の 回水와 재이용의 技術은 경험적인 면을 상당히 많이 가지고 있고, 발달의 途上에 있으며, 현재 확립된 것이 적다고 할 수 있기 때문에 이러한 면으로 부터도 적정한 기관의 조사와 提案을 받는 것이 유익하다고 말할 수 있는 것이다.

第10條 故障 및 과오가 없도록 설비를 사용하고 그 維持관리에 留意하여야 한다.

【解説】 Sludge水는 그 처리를 잘못하면 pipe의 막힘, pump의 故障, 조내 Sludge의 고화 등의 trouble의 原因으로 되며 이러한 사고가 일어나면 Sludge水, 상등水 등이 滯留하고 이것이 현저한 때에는 세척수를 공장 밖으로 배출하지 않을 수 없기 때문이다.

이와같은 중대한 사태를 끌어들이지 않도록 各設備를 정기적으로 점검하는 것이 필요하며 그 운전과 관리의 방법에도 심분유의하는 것이 중요하다. 예를들면 終業時에 Sludge水용 pipe와 弁에 上水를 흐르게해서 청소하는 것, pipe에는 적당한 구배를 만들어서 물빠짐을 잘하는 것, pump교반 날개, 弁등의 예비를 준비해 두고 trouble이 발생하기에 앞서 교환하는 것, 마모하기 쉬운 부분의 pipe와 弁은 교환하기 쉬운 구조로 해두는 것 등이다.

Sludge의 濃度 측정기는 반드시 예비품을 준비품과 동시에(특히 연속측정해서 농도 조정으로 feed back system인 경우에는) 그 기능을 정기적으로 점검하는 것이 중요하다. 기타의 농도측정방법의 기구를 비치하고 그 조작에도 숙련해두는 것은 不時때에도 농도의 관리를 확실히 하는데 유효한 것이다.

콘크리트를 제조하지 않는 夜間과 休日에도 Sludge水의 교반槽와 調整槽등의 운전 방법을 충분히 검토하여 업무개시 즉시 Sludge水를 콘크리트에 사용가능하도록 해두는 것이 중요한 것이다.

## 投稿를 환영합니다

「레미콘」誌는 讀者 여러분을 筆者로 招待합니다. 많은 投稿로서 本誌를 빛내주시기 바랍니다.

### 內 容

1. 레미콘工業 및 관련分野의 品質·技術研究
  2. 經濟, 經營 및 法律關係論文
  3. 國內外業界消息, 動靜, 提言 등
  4. 海外技術情報 및 論文翻譯
- 其 他
    - 關聯寫眞, 圖表同封要望
    - 揭載된 原稿는 協會所定の 稿料支給.
  - 提出處
    - 韓國레미콘工業協會 企劃課
- 原稿枚數
    - 200字 原稿紙로 自由
  - 原稿提出日
    - 隨 時