

레미콘 回收水利用에 對한 考察

宋 哲 榮

(株) 工營社 品質管理室長)

〈目 次〉

1. 머릿말
2. 폐수처리 설비
3. 回收水가 레미콘 품질에 미치는 영향
4. 回收水 사용량의 결정
5. 폐수처리장의 回收水量 및 回收水 소모량
6. 맺은말

1. 머릿말

回收水라함은 레미콘 운반차에 남아있는 잔유물 또는 Batch Plant Mixer Hopper 등을 씻은排水등에 포함되어 있는 골재를 제거한 것으로서 Cement로부터 溶出하는 수산화칼슘을 포함한 上澄水和 Sludge 固形分(대부분이 水和生成物로서 一部 골재 微粒子)을 포함한 Sludge Water로 구성된다.

回收水의 사용에 관하여 日本 Concrete 工學協會는 다음과 같은 사용規準을 나타내고 있다.

- 1) 上澄水는 混水로서 清水와 같이 사용해도 좋다.
- 2) Sludge Water에 대해서는 아래 4개항이 만족되도록 사용할것.
 - a) Sludge 固形分은 Cement증량의 3% 이하로 한다.

b) 물·Cement比, 반죽질기를 일정하게 하기 위해서는 Sludge 固形分 1%에 대하여 單位水量, 單位 Cement 1~1.5% 증가시킨다.

c) 잔 골재율은 Sludge 固形分 1%에 대한 約 0.5% 감소시킨다.

d) A·E劑의 量은 固形分量에 따라서 증가시킨다. A·E減水劑에 대해서도 필요에 따라 空氣量 조절제를 증가시킨다.

Remicon의 回收水를 하천 또는 강 등에 그냥 방출하게 되면 回收水의 Alkali成分에 의한 수질오염, 생태계 파괴등의 문제가 발생하게 되므로 레미콘 생산공장에서는 폐수처리시설을 하게 된다.

일반적으로 폐수처리 시설이라함은 回收水를 침전시키고 Alkali成分을 中性化 시키기 위하여 酸成分을 투여한 후 中和시켜 방류하게 되는데

실질적으로 이러한 폐수처리 방법은 단순하기는 하나 침전물 처리의 문제 및 실질적 운영에 다소 어려움이 있게 된다.

따라서 폐수를 합리적으로 이용하기 위한 방안으로 當社에서는 폐수처리 시설을 설치, 排水를 골재와 Sludge Water로 분리할 수 있도록 하였고 Sludge Water를 清水와 함께 混合水로서 레미콘에 사용하므로써 폐수가 外部 방류되는 것을 방지하게 되어 환경을 오염시킬 염려가 없으며 골재는 재가공 사용할 수 있도록 하였다.

2. 폐수처리 설비

2-1 설비의 개요

레미콘 운반차등을 씻은 잔유물을 포함한 排水를 폐수처리장 Vehicle Washing gutter에 방출하게 되면 trammel(5mm Screen) 및 Crushing fire에 의하여 굵은 골재와 잔골재가 분리되고 통과분인 Sludge Water만 남게 된다.

Sludge Water는 材料분리가 되지 않도록 계속 교반하여 一部는 레미콘에 清水와 混入 사용하고 一部는 침전 tank에 침전시키며, 上澄水는 레미콘 운반차의 세척등에 사용하게 되므로 外部로 방출되는 폐수는 없게 된다.

2-2 설비구조도 (그림참조)

3. 回收水가 레미콘 품질에 미치는 영향

3-1 Sluge 固形分량에 따른 레미콘 品性の 변화 (도표 1), 2), 3) 참조)

3-2 레미콘 배합의 보정

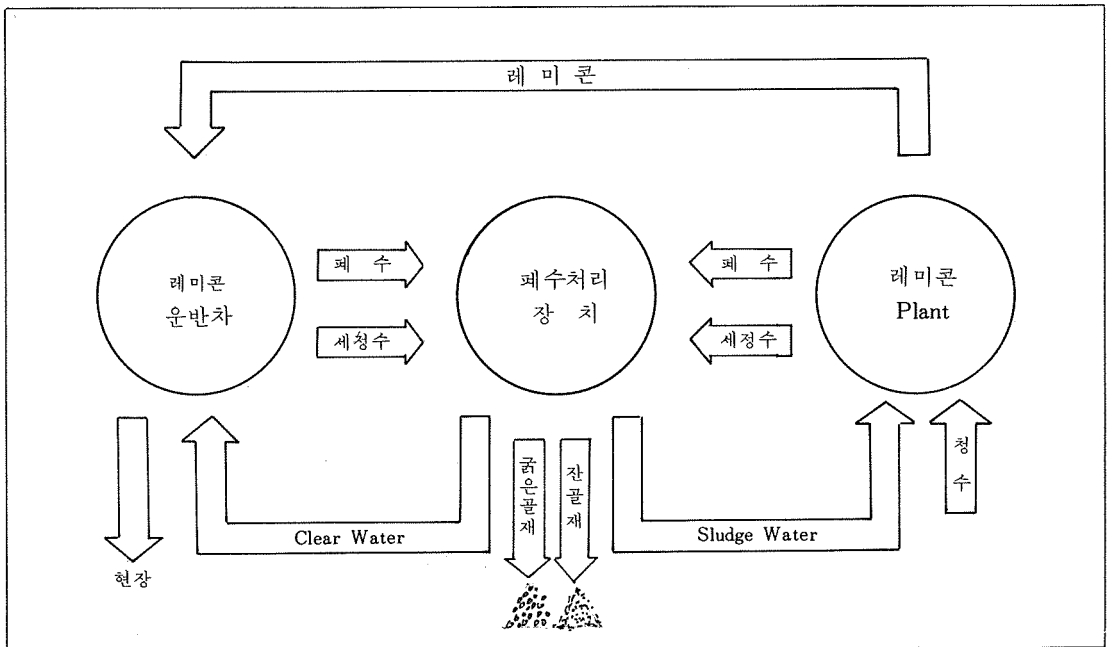
표준배합에서 표 1의 항목을 보정한다.

1) 단위수량의 수정

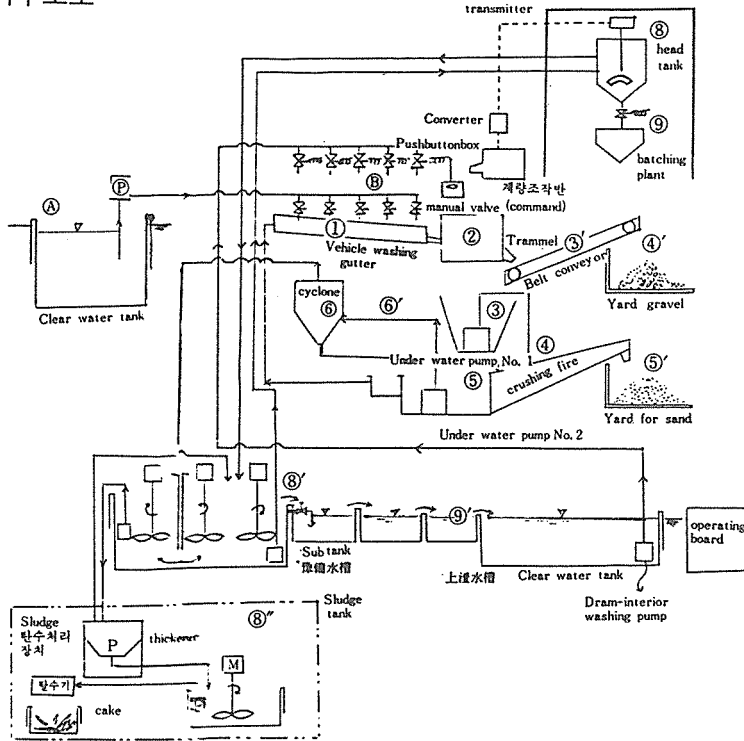
$$W_o = W \left(1 + \frac{\Delta W}{100}\right) \text{ (kg/m}^3\text{)} \text{ 여기서}$$

W_o : 수정 단위수량

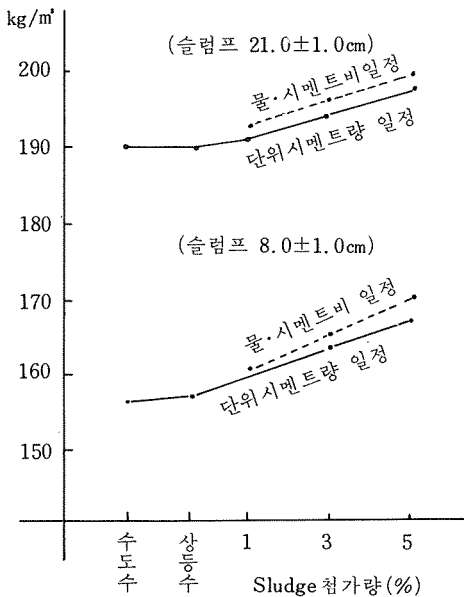
W : 표준배합의 단위수량



2-2 설비구조도



1) Sludge 첨가량과 단위수량의 관계



ΔW : 표-1의 단위수량 수정량 (%)

2) 단위시멘트량의 수정

$$C_o = W_o \div (W/C \times \frac{1}{100}) \text{ (kg/m}^3\text{)} \text{ 여기서}$$

C_o : 수정단위 시멘트량 (kg/m³)

W/C : 표준배합의 물·시멘트비 (%)

3) 세골재율의 수정

$$S_o/A_o = (S/A - 1) \text{ (%) 여기서}$$

S_o/A_o : 수정세골재율

S/A : 표준배합의 세골재율 (%)

4) 수정세골재량의 계산

$$V_s S_o = \{ 1000 - (V_{co} + W_o + V_a) \} \times S_o/A_o \times \frac{1}{100} \text{ (} \ell / \text{m}^3 \text{)}$$

여기에서 $V_s S_o$: 수정세골재 절대용적

V_{co} : 수정단위 시멘트량의 절대용적 (ℓ / m^3)

V_a : 연행공기의 용적 (ℓ / m^3)

S_o : $V_{so} \times \rho_s$ (kg/m³) 수정 세골재량

재량

2) Sludge 첨가량과 잔골재율의 관계

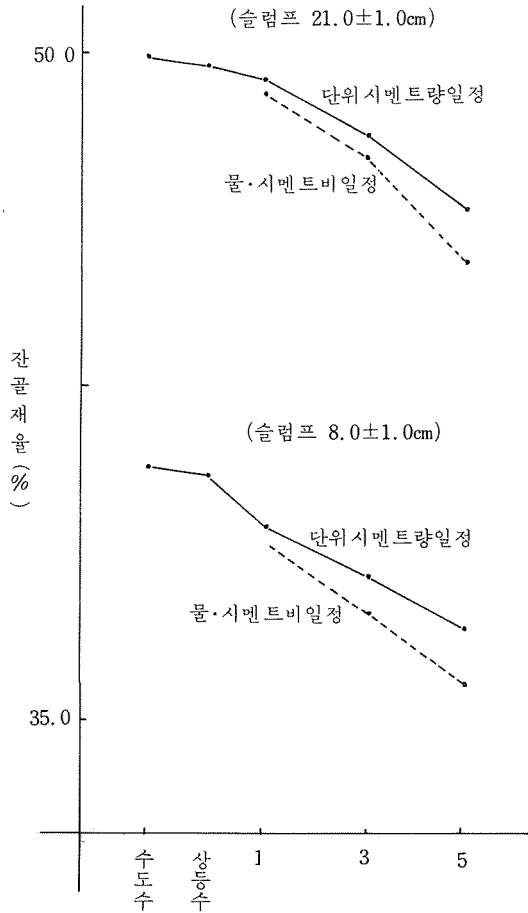


표-1 고형분율 1%증가에 따른 특정치보정

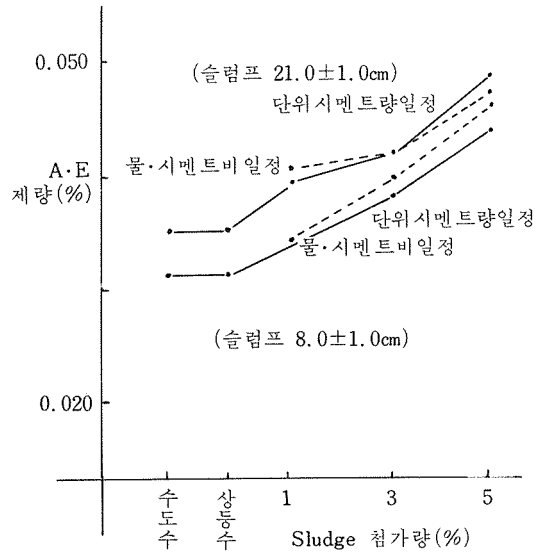
항목	슬럼프	8 cm이하	9 cm이상
단 위 수 량		1.5% 증가	1% 증가
세 골 재 율		0.5% 감소	0.5% 감소
A·E제 사용량		7.5% 증가	7.5% 증가

ρ_s : 세골재의 표준비중

5) 수정조 골재량의 산출

$$VGo = \{ 1000 - (Vco + Wo + Va + Vso) \} (\ell/m^3)$$

3) Sludge 첨가량과 A·E 재량의 관계



여기에서 VGo: 수정조골재 질대용적
 Go: 수정조골재량 ($VGo \times \rho G$)
 (kg/cm^3)
 ρG : 조골재의 표준비중

4. 회수수 사용량의 결정

1) 회수수의 농도 측정

$$\frac{\text{회수수중의 고형분중량}(g)}{\text{회수수의 중량}(g)} \times 100 =$$

회수수의 농도 (%)

2) 목표고형분율

고형분율: 시멘트량에 대한 슬러지 고형분의 비율

※ 목표고형분율이란 회수수의 농도가 불규칙하므로 회수수 사용시 청수와와의 사용 비율을 조정하기 위하여 기준을 Cement에 두고 시험실에서 품질이 변하지 않은 범위내에서 결정하는 고형분율을 말한다(3%이하로 결정하는 것이 좋다)

3) 회수수 사용량

$Y(W - W_s) > C \cdot X$ 가 성립될때에는 회수수 청수가 누적계량되어야 한다.

6) 계산의 예

구분	표준배합		수정배합		비고
	재료량		산출근거	재료량	
W/C (%)	50			50	
S/A (%)	40		$S_o/A_o = (S/A - 1) = 40 - 1 = 39$	39	
단위 재료량 (kg/ m³)	W	150	$W_o = W (1 + \frac{\Delta W}{100}) = 150 (1 + \frac{3}{100}) = 154.5$	155	
	C	300	$C_o = W_o \div (W/C \times \frac{1}{100}) = 155 \div (50 \times \frac{1}{100}) = 310$	310	
	S	785	$S_o = \{ 1000 - (V_{co} + W_o + V_a) \} \times S_o/S_a \times \rho_s$ $= \{ 1000 - (\frac{310}{3.15} + 155 + 0) \} \times 0.39 \times 2.6 = 757.0$	757	
	G	1200	$G_o = \{ 1000 - (V_{co} + W_o + V_a + V_{so}) \times \rho_s$ $= \{ 1000 - (\frac{310}{3.15} + 155 + 0 + 291) \} \times 2.65$ $= 1207.3$	1207	

$$W_1 = \frac{X}{Y} \cdot C$$

$$W_2 = (W - W_s) - W_1 (1 - \frac{Y}{100})$$

여기에서 C : 단위시멘트량 (kg/m³)

W : 단위사용수량 (kg/m³)

Y : 회수수 측정농도 (%)

X : 목표고형분율 (%)

W_s : 모래표면수 보정량 (kg/m³)

W₁ : 회수수량 (kg/m³)

W₂ : 청수량 (kg/m³)

4) 계산의 예

단위수량이 155 kg/m³ 이고 단위시멘트량이 310 kg/m³ 이며, 회수수 농도를 측정하여보니 10% 였다.

회수수량과 清水량을 산출하라. (단, 목표고형분율은 3%, 모래표면수량 20 kg/m³)

$$Y(W - W_s) = \frac{10}{100} (155 - 20) = 13.5$$

$$C \cdot X = 310 \times \frac{3}{100} = 9.3$$

$$Y(W_1 - W_s) > C \cdot X \text{ 이므로 회수수 청수 누적}$$

계량

$$W_1 = \frac{X}{Y} \cdot C = \frac{3}{10} \times 310 = 93 \text{ kg/m}^3 \text{ (화면표시)}$$

$$W_2 = (W - W_s) - W_1 (1 - \frac{Y}{100}) = (155 - 20) - 93 (1 - \frac{20}{100}) = 51.3 \text{ kg/m}^3$$

$$* W_1 + W_2 = 93 + 51 = 144 \text{ kg/m}^3 \text{ (화면표시)}$$

5. 폐수처리장의 회수수량 및 회수수 소모량 (산출예)

5-1 基準시방

- 1) 출하량 (m³/日) 2000 m³/日
- 2) 레미콘운반차 60 台
- 3) 세차 lane 수 5 lane
- 4) 남은 레미콘량 15 m³/日
- 5) 레미콘 운반차 Drum 세정회수 1회/日
- 6) 레미콘운반차 Drum 세정수량 2.0 m³/日
- 7) " " 차체세정회수 1회/日
- 8) " " 차체세정水量 0.5 m³/日

5-2 Sludge 發生量

레미콘운반차 Drum 내세정 60 台 × 30 kg × 1회
= 1,800 kg

반품 레미콘처리 $500 \text{ kg} \times 15 = 7,500 \text{ kg}$
計 9,300 kg

5-3 Sludge 소비량

單位 Cement 量을 300 kg 라 가정하고 여기에 고형분율 1%, 1.5%, 2%, 3% 로 Plant 에서 Mixing 할 때의 각각의 소비량을 나타내면 표 Sludge 소비량과 같다.

표 : Sludge 소비량

고형분율(%)	출 하 량(m ³)	단위시멘트량(kg)	Sludge 량(kg)	비 고
1 %	2,000	300	6,000	
1.5%	"	"	9,000	
2 %	"	"	12,000	
3 %	"	"	18,000	

출하량 2000m³/日이라 할때 單位 Cement 량에 對하여 1.5%의 Sludge 고형분율 Plant에 사용하면 폐수처리장에서 發生한 Sludge전량을 소비할 수 있다.

5-4 Sludge Water 發生量

레미콘 운반차 60台 × 2m³ × 1回 = 120m³
 Drum内 세정에서
 레미콘 운반차 60台 × 0.5m³ × 1回 = 30m³
 차체 세정에서
 반폼레미콘처리수 15台 × 4m³ = 60m³
 기타(Batcher Plant Mixer, Hopper세정시) = 40m³
 計 250m³

5-5 Sludge Water 소비량

Sludge Water의 단위수량을 0.12m³라 가정하면 출하량 2000m³ × 0.12m³ = 240m³

※雨水는 고려하지 않았음.

5-6 배수처리 능력

세차 1lane수를 5lane으로 하고 레미콘 운반차 1台當 세정시간을 20分으로 한다. 따라서 1lane 당 세차 台수는 60台/5lane = 10台 Drum内的 세정수의 첫차에서 10번째까지의 배출시간은 (10-1) × 20 = 180分

저녁회수水발생량 175m³
 집진조 용량 30m³
 처리능력 $\frac{175m^3 - 30m^3}{240} \div 0.60/min \rightarrow 0.95m^3/min$ (57m³/hr로 한다)

5-7 Sludge 수조의 검토

공급량 0.95m³/min
 수조면적 8.0m × 12.0m = 96m²

수위 상승속도 $0.95 \times 1000 / 96 = 9.9mm/min$
 Sludge 침수속도(농도 8%시) = 7mm/min
 Sludge계면 상승속도 $9.9 - 7 = 2.9mm/min$
 교반정지 Level 350mm(over flow Level에서)
 Over flow개시까지의 시간 $350 / 2.9 = 3.5min$
 " 에 의한 상등수회수 가능시간 $350 / 2.9 = 120분$
 " 에 의한 회수 가능수량 $(120 - 35) \times 0.95 = 81m^3$

따라서 a) 회수水 발생량 250m³ b) Sludge Water 수조유효용량 250m³ c) 출하에 의한 Sludge Water 소비량 240m³ 로서 b) > c) 로 Sludge Water를 완전히 사용하게 된다.

Over flow에 의해 상등수를 회수하는 필요량은 250m³ - 240m³ = 10m³가 되고 상등수 회수 필요량(10m³) < 상등수회수 가능량(81m³) 이므로 상등수 수조의 용량은 충분하다.

6. 맺음말

先進國에서는 오래전부터 환경보전 및 자원의 효율적인 이용의 측면에서 폐수처리 및 회수水사용에 대한 규격을 제정하여 시행하고 있다.

금번 當社에서 설치한 폐수처리 설비는 공장内에서 발생하는 레미콘 폐기물의 소량을 처리하여 분리된 회수水 및 골재를 재이용함으로써 환경보전 및 자원의 효율적인 이용에 기여하였다고 본다.

또한 회수水의 사용에 대하여는 레미콘 품질에 미치는 영향을 충분히 검토하였으며, 특히 Sludge 固形分量에 따른 混水水로서의 회수水의 비율을 자동으로 조정하는 제어장치를 갖추었다. *