

시멘트 2중 계량으로 생산량 증대

김 수 만
(아주산업(주) 품질관리실장)

1. 분임조 소개

분임조명	대 나 무		소 속	아주산업(주) 구로공장 품질관리실	
구성	분 임 조 장	송 기 석	등 록	사 내	제 90-002호
	서 기	이 규 석		사 외	제 01-04738호
	지 도 위 원	김 수 만	제안건수	9 건	
	분 임 원	총 9 명	교육현황	전원(QC담당자교육외)	
회합횟수	제14회		수상경력	제1회 전사발표 대회 은상 수상	
활동목표	<ul style="list-style-type: none"> * 미래지향적이며 사고력 배양으로 창조적인 업무개선 * 생산성 향상 * 목표달성에 의한 체질개선 * 전사 참여도에 의한 원가절감. * 품질관리 기법을 적용한 새로운 ITEM개발 				

2. 테마 선정

2. 1 활동주제

시멘트 2중 계량으로 생산량증대

2. 2 주제선정 적합성 검토

구분	테마안건	제안자	경영자 방 침	6명이상 찬성		4명이상 찬성		4명미만 찬성		비고
				5	◎	3	○	1	△	
1	슬럼프 관리의 효율화	이규석	○	△	◎	○	○	20	2	
2	편심하중에 의한 압축 강도 편차	송기석	○	○	◎	○	△	15	4	
3	제조설비 보완으로 FLY ASH 사용으로 원가절감.	김주한	◎	○	◎	○	△	17	3	
4	시멘트2중 계량으로 생산량 증대	김수만	◎	○	◎	◎	○	21	1★	채택

2. 3 테마 선정 동기

1. 시멘트 계량시간 지연으로 인한 생산량 감소 해소.
2. 믹싱 TIME 조정으로 품질향상.
3. 시멘트 계량시간 20초/BATCH 단축으로 시간당 생산량 증대.
4. 순시간당 생산량 증대로 인한 회차시간 단축.
5. B/P 가동을 향상으로 전력 사용료 절감.
6. 시간 가동을 향상으로 대외경쟁력 강화로 복수 현장에 유리함.

3. 활동계획수립 및 실시

----- 계 획
 _____ 실 시

일정 항목	4				5				6				7				담당자
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
현 상 파 악	-----	-----															전 원
원 인 분 석		-----	-----														송기석 최재원
목 표 설 정			-----	-----													전 원
대 책 수 립 및 대 책 실 시			-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----							송기석 이규석 김주한
효 과 파 악									-----	-----							전 원
표 준 화											-----	-----					김영준 계재호
사 후 관 리												-----	-----				전 원
반 성 및 향 후 계 획													-----	-----			전 원

4. 현상파악

4. 1 B/P 각 호기별 표준시간당 생산량

조사일자 : 1993. 4. 4~4. 10

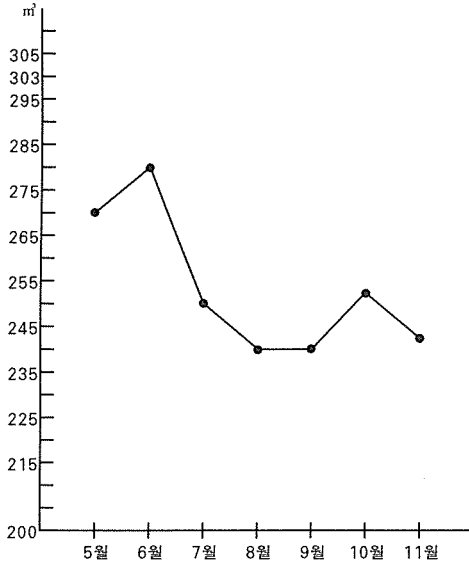
호기 대수	1호기				2호기			
	×1	×2	×3	×	×1	×2	×3	×
1	165	161	160	162초	159	159	163	160초
2	155	162	154	157	165	170	164	166
3	161	151	151	155	171	168	170	170
4	160	163	163	162	165	171	170	168
5	158	145	153	152	168	172	165	168
6	161	167	165	164	171	172	166	169
7	158	160	155	157	164	162	166	164
8	152	155	155	154	177	172	177	175
9	158	161	150	156	168	171	172	170
10	160	165	157	161	172	175	173	173
11	159	155	156	157	166	171	169	168
12	158	144	145	149	166	166	169	167
13	165	158	160	161	158	163	156	159
14	155	160	154	156	162	162	154	160
15	162	165	168	165	172	173	167	171
16	155	159	152	155	168	169	173	170
17	155	160	156	157	165	163	165	164
18	162	166	165	164	166	163	166	165
19	158	155	156	156	166	162	167	165
20	152	161	162	158	171	170	170	170
평 균	158	158	157	158	167	168	167	167

1호기 : $3,600\text{초} \div 158\text{초} = 22.7\text{대}$
 $22.7\text{대} \times 6.87\text{m}^3 = 156\text{m}^3$

2호기 : $3600\text{초} \div 167\text{초} = 21.5\text{대}$
 $21.5\text{대} \times 6.87\text{m}^3 = 147\text{m}^3$

합 계 : 303m^3

4. 2 표준 시간당 생산량 대비 시간당 생산량



4. 3 시간당 생산량 및 믹서 가동율

월별	표준시간당생산량	순시간당생산량	시간생산량	성능가동율
5	303m ³	315.6m ³	267.8m ³	88.4%
6	303m ³	324.7m ³	278.5m ³	85.4%
7	303m ³	306.0m ³	247.4m ³	81.6%
8	303m ³	311.8m ³	237.4m ³	78.2%
9	303m ³	316.3m ³	238.3m ³	78.6%
10	303m ³	317.6m ³	256.4m ³	84.6%
11	303m ³	313.4m ³	244.7m ³	80.8%
평균	303m ³	315.0m ³	252.9m ³	82.5%

☆ 계산방법

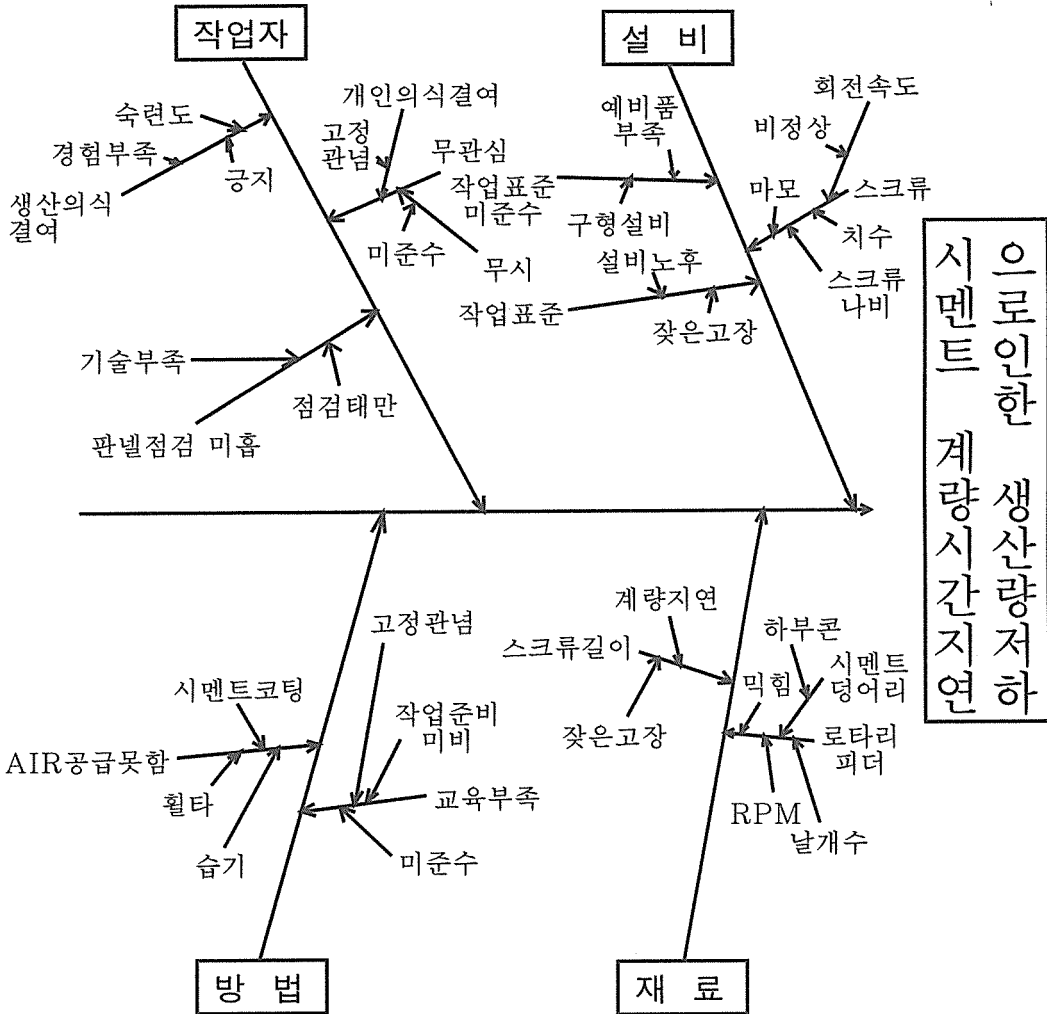
$$1. \text{순시간당 생산량} = \frac{(\text{총가동시간} - \text{비가동시간}) / \text{가동일}}{60\text{분}} \times \text{일평균 생산량}$$

$$2. \text{시간당 생산량} = \frac{\text{총 생산량} \div \text{생산일수}}{\text{일 평균 가동시간}}$$

$$3. \text{B/P성능 가동율} = \frac{\text{표준시간당 생산량} - \text{시간당 생산량}}{\text{표준시간당 생산량}} \times 100\%$$

5. 원인분석

5. 1 특성 요인도



5.2 주요 요인 정리

4 M	문제점	주요 요인 정리
작업자 (MAN)	생산기술부족	<ul style="list-style-type: none"> • 판넬 고장시 응급처치 미흡 • 의식 결여로 인한 시간당 생산량 저하
설 비 (MACHINE)	스크류샤후드	<ul style="list-style-type: none"> • 하부스크류 고장으로 인한 잦은 생산중단
방 법 (METHOD)	air공급 못함	<ul style="list-style-type: none"> • air공급시 싸이로 콘 주위에 수분으로 인한 시멘트 코팅 및 덩어리가 생김
재 료 (MATERIAL)	시멘트 계량 시간 지연	<ul style="list-style-type: none"> • 시멘트 계량시간이 통상적으로 210m³/B에서 40~45초가 현재 60~70초가 소요됨

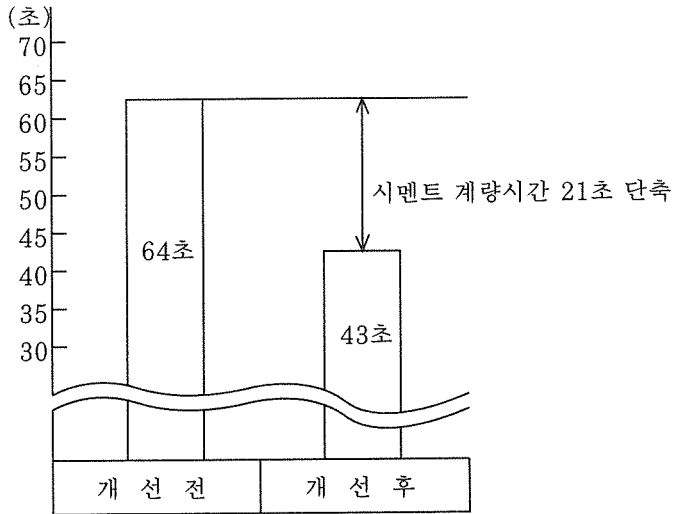
5.3 7m³ 생산시 재료계량시간 및 혼합시간 분석(규격 25-210-12)

초	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
G	(14)																				
S	(16)																				
C		(64)																			
W	(10)																				
AD	(10)																				
G										(16)											
S										(18)											
C												(63)									
W										(12)											
AD										(10)											

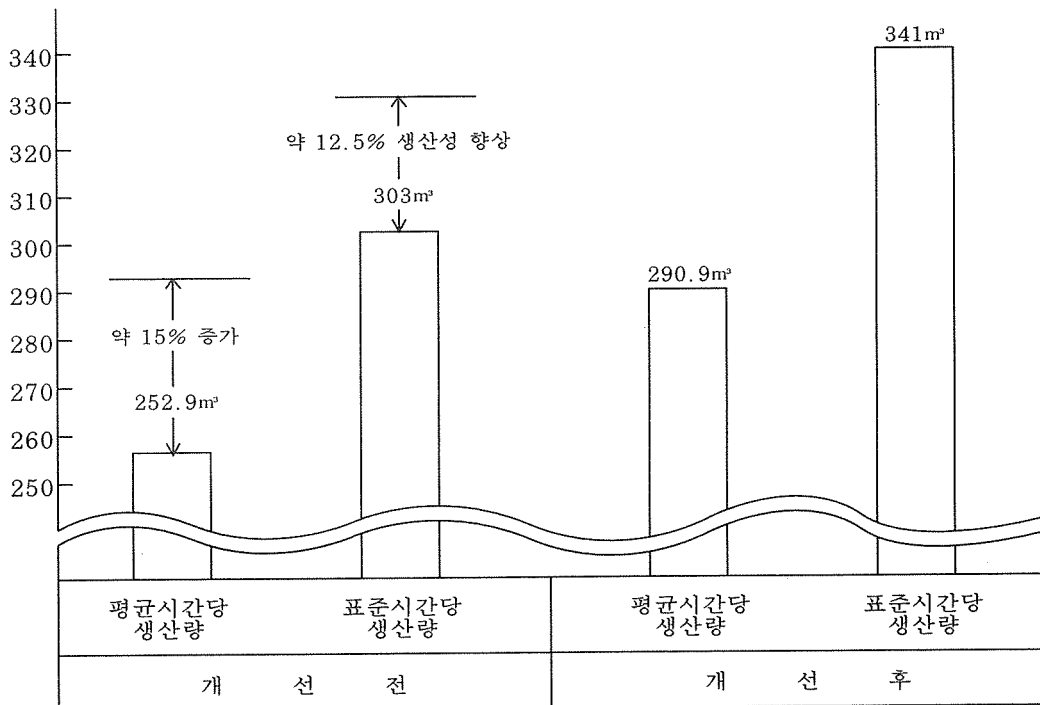
* 위 표와 같이 시멘트 계량시간 지연으로 대당 21초(안정초 5초)시멘트 계량시간 대기

6. 목표설정

6. 1 시멘트 2중 누적 계량으로 계량시간 단축



6. 2 평균 시간당 생산량 증대

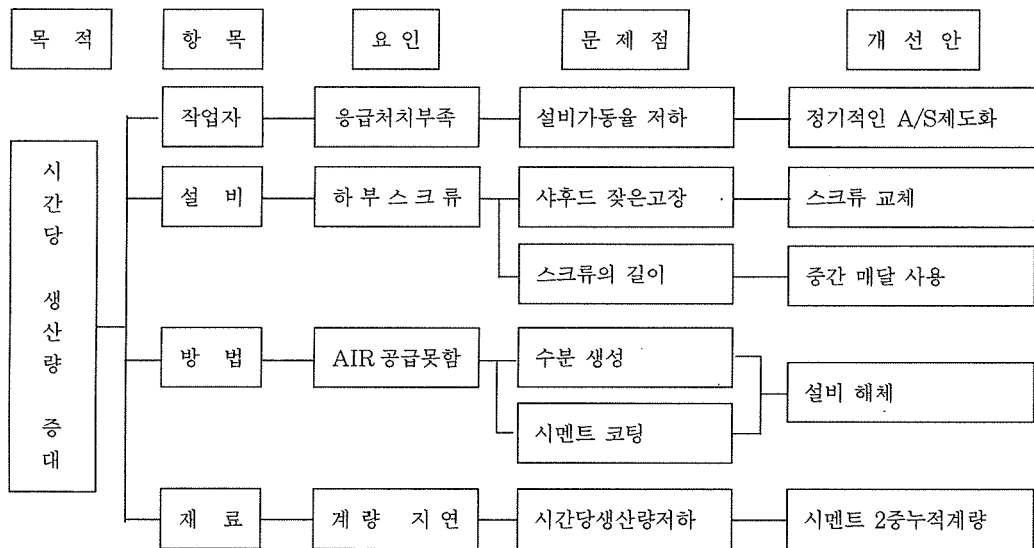


6. 3 설정근거

- 1) 2000톤 싸이로에서 로타리휘다(60T/HR) 및 스크류 (φ 350mm, L=4.5m)설치
- 2) 기존 중공산 시멘트 투입시설 활용
- 3) DOWBLE TWO WAY DUMP 사용하여 저장빈(12톤) 저장
- 4) AIR 시린더용 BUTPLY GATE와 연결 기존 투입 시설과 동시 사용
- 5) 시멘트 2중 계량실시

7. 대책수립 및 실시

7. 1 대책 수립 계통도



7. 2 대책 실시

<ol style="list-style-type: none"> 1. 기계제작 발주(로타리휘다, 스크류) 2. 시공 견적사 선택 3. 본사 품의 4. 생산 시간에 지장없도록 기계설치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시간당 최대 생산량 목표 2. 일일 최대 생산량 갱신 3. 월별 최대 생산량 갱신 4. 설비 가동을 극대화
<ol style="list-style-type: none"> 1. OUTMATIC WOVBLE TWO WAY DUMP점검 2. 방출후 다음 BATCH대기 시간 체크 3. 설치 전후 시멘트 계량시간 비교 설치전 : 64초 방출후 다음 설치후 : 38초 BATCH STANBAY 7초 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 누적 계량 SYSTEM설계 <ol style="list-style-type: none"> 1) 로타리 휘다 : 60 TON/HR 2) 슬라이드 GATE 부착 3) 스크류(φ 350mm, L =4.5M)설치 4) 중공산 에리베타로 슈트연결 5) SYSTEM은 기존 시킨스 사용

7. 3 실시후 생산량 조사

조사일자 : 1993. 5. 25-5. 27

호기 대수	1호기				2호기			
	×1	×2	×3	\bar{x}	×1	×2	×3	\bar{x}
1	142	138	145	142초	146	142	141	143초
2	135	144	142	140	129	142	149	140
3	138	136	141	138	136	138	140	138
4	129	145	142	139	135	141	140	139
5	133	142	149	141	138	142	145	142
6	142	148	139	143	142	133	144	140
7	133	148	145	142	139	141	146	142
8	139	142	144	142	142	146	144	144
9	141	145	141	142	129	144	138	137
10	144	146	141	144	152	141	144	146
11	151	144	140	145	133	145	138	139
12	143	145	129	139	139	144	128	137
13	128	139	133	133	138	142	141	140
14	135	141	144	140	142	142	138	141
15	149	144	151	148	142	150	139	144
16	138	139	138	138	139	142	146	142
17	133	141	141	138	141	136	129	136
18	144	145	133	141	138	143	143	141
19	144	128	142	138	129	141	133	134
20	145	129	145	140	144	147	137	143
평균	139	141	140	140	139	142	140	140

1호기 : $3,600\text{초} \div 140\text{초} = 25.7\text{대}$
 $25.7\text{대} \times 6.87\text{m}^3 = 176\text{m}^3$

2호기 : $3600\text{초} \div 140\text{초} = 25.7\text{대}$
 $25.7\text{대} \times 6.87\text{m}^3 = 176\text{m}^3$

합 계 : 352m^3

8. 효과 파악

8. 1 유형 효과

- 1) 누적계량 설치 후 표준시간당 생산량 조사

1호기 : 176m ³ /HR
2호기 : 176m ³ /HR
계 : 352m ³ /HR

- 2) 92년 5월 - 11월 성능가동율 83.47%
개선후 평균 시간당 생산량 = 352m³ × 83.47%
= 293.8m³
- 3) 평균 시간당 생산량 증대
293.8m³ - 252.9m³ = 40.9m³ 증가

- 4) 생산량 증대에 따른 매출액 증대효과예상
 - ㉠ 92년도 일평균 가동시간 10시간 27분
 - ㉡ 10.45시간 × 40.9m³ = 427.4m³/일일
 - ㉢ 427.4m³ × 28일 = 약 11,967m³/월
 - ㉣ 11,967m³ × 6개월 = 71,802m³(예정량 과다로 인한 성수기만 적용)
 - ㉤ 71,802m³ × 40,000원/m³ = 287,200만원 예상

- 5) 일 평균 동력비 절감
 - ㉠ 92년도 동력비 원단위 86.57원/m³
 - ㉡ 86.57원 × 71,802원 = 620만원 절감

- 6) 설비 투자비용 대비 효과금액
 - ㉠ 매출액 증대효과 금액 28억원 × 10% = 2억 8천
 - ㉡ 동력비 절감액 : 620만원
 - ㉢ 설비 투자비용 : 1,050만원
 - ㉣ 28,000만원 + 620만원 - 1,050만원 = 27,000만원

8. 2 무형 효과

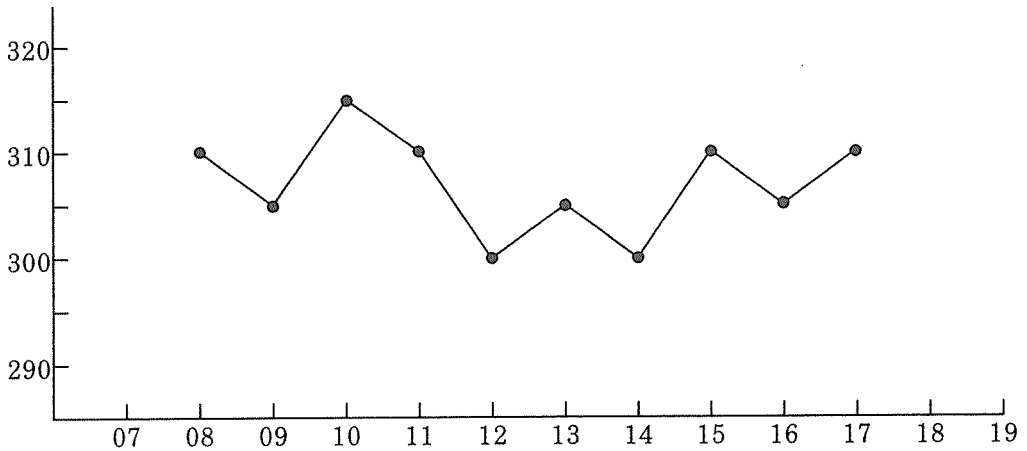
- 1) 레미콘 차량 회전을 증가.
- 2) 시간당 생산량 증가로 인한 현장 배차간격 축소로 서비스 개선.
- 3) 빠른 시간내 생산 종료로 익일 작업에 지장을 초래하지 않음.
- 4) 직원 및 레미콘기사 피로도 축소.

9. 표준화

항 목	개 선 전	개 선 후	관련규격
제조설비 규 정	1) 로타리 휘다용량 360 TON/HR 2) BUCKET ELEVATOR용량 400 TON/HR	420 TON/HR 460 TON/HR	ARS-E-301
생산관리 규 정	1) 표준시간당 생산량 303m ³ /HR (설계용량 : 72.14%)	352m ³ /HR (설계용량 : 84%)	ARS-E-100

10. 사후관리

10. 1 활동후 시간대별 평균 생산 현황 결과표

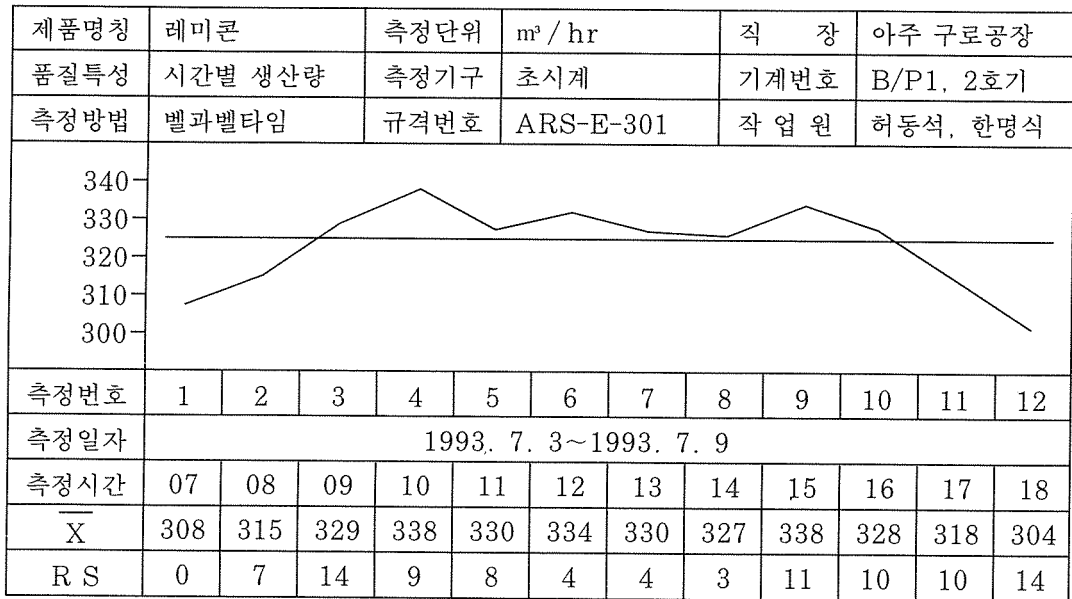


10. 2 현장의 조건 및 기계고장의 정도에 따라 다소의 차이는 있으나 연속 작업시 일일 시간별 생산 현황.

12 : 00 時1700m³
 16 : 00 時3000m³
 19 : 00 時4000m³

10. 3 개선후 시간당 생산량 관리도 및 공정능력파악

X-RS 관련도



DATA SHEET

일자 \ 시	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7. 3	287	314	284	304	302	324	323	333	325	346	329	*
7. 4	289	320	320	342	325	*	332	299	321	283	291	297
7. 5	319	285	321	349	334	313	327	327	358	355	*	*
7. 6	336	349	341	357	325	356	321	364	346	331	326	324
7. 8	*	*	318	318	330	327	360	335	346	339	334	*
7. 9	*	*	391	358	361	348	319	329	331	322	308	292
\bar{X}	308	315	329	338	330	334	330	327	338	328	318	304

☆ 고장원인 (* 표)

1. 7월 3일 18:00 생산종료
2. 7월 4일 12:00~12:20 정전
3. 7월 5일 17:00~18:00 생산종료
4. 7월 8일 07:40~08:55 2호기 경사콘베어 스넵폴리 18:00 생산종료
5. 7월 9일 07:35~08:40 중간저장빈 정역콘베어 체인

* $\bar{X} = 3899/12 = 324.9\text{m}^3$ $R = 94/11 = 8.55$
 * $UCL = \bar{X} + (A2 \times R) = 324.9 + (0.58 \times 8.55) = 330$
 * $LCL = \bar{X} - (A2 \times R) = 324.9 - (0.58 \times 8.55) = 320$

NO	계급의경제치	중심치	체 크	돛수 f	X	FX	FX ²
1	282.5-298.5	291.5	### ///	8	-3	-24	72
2	298.5-314.5	307.0	###	5	-2	-10	20
3	314.5-329.5	322.5	### ### ### ### /	21	-1	-21	21
4	329.5-345.5	338.5	### ### ###	14	0	0	0
5	345.5-360.5	353.5	### ### /	11	+1	+11	11
6	360.5-376.5	369.0	///	3	+2	+6	12
7	376.5-391.5	384.5	/	1	+3	+3	9
Σ				63	0	-35	145

1. 구간의 수 = $\sqrt{\text{data 수}} = 7$

2. 구간의 폭(h) = $\frac{\text{MAX-MIN}}{\text{구간의 수}} = 15.5$

3. $\Sigma fx = 35$

4. $\Sigma fx^2 = 145$

5. $X = X_0 + \frac{\Sigma fx}{n} \times h = 333.51\text{m}^3$

6. $S = hX + \frac{\sqrt{\Sigma fx^2 - [(fx^2)/n]}}{n} = 15.5 \times 1.41 = 21.88$

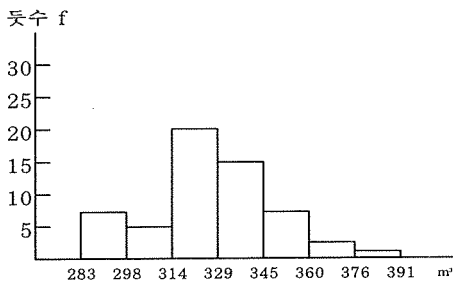
7. 상한규격 (SU) = 420

8. 하한규격 (SL) =

9. 공정능력 지수(CP) = $\frac{SU - \bar{X}}{3S} = 1.32$

10. CP값으로 시간별 생산량 공정 능력을 판단하여 보면 $1.33 > CP \geq 1.00$ 으로서
 : 그런데로 괜찮다.

11. 히스토그램



11. 반성 및 향후계획

11. 1 활동후 소감

1) 어려웠던점

- 시험 가동시 슬라이드 GATE 미조정으로 엘리베타 잣은고장.
- 시멘트의 과계량으로 재료계량 오차범위 조정.
- 생산관리 전반에 대한 분임원들의 이해력부족.
- 품질관리 8가지 수법에 대한 활용도 미흡.

2) 즐거웠던 점

- 시간당 생산량, 일별 생산량, 월별 생산량 기록 갱신.
- 직원 및 기사의 피로도 해소.
- 배차간격 축소로 현장에 대한 이미지 쇄신.
- 약간의 과다한 예정량에 대하여도 자신감 부여.
- 간단한 기계고장에 대한 미생산량 회복

11. 2 향후계획

본 대나무 분임조는 원가절감 및 생산성 향상에 대한 연구개발을 지속적으로 할 것이며, 차기 테마도 품질의 향상에 대한 연구 과제로 할 것입니다.