HIGH～CHROME 강구 사용에 따른 분쇄 효율 검토

김 종 균
〈星信洋灰 丹陽工場〉

1. 서 언

근간 까지 사용중이던 일반강구는 마모율이 500g/ton－ce으로 상당히 높아 이를 보충하기 위한 보충용 강구 투입 및 강구 선별 작업으로 인한 mill 가동율 저하와 power 상승 및 작업에 따른 안전 사고 유발의 가능성이 높으며 강구 선발시 부터 재 선발시까지 생산율의 저하로 인한 원가 상승등의 제 문제점을 해결하고자 국산 high－chrome 강구를 사용 했으며 이의 실제적인 효율을 검토하고자 하는데 목적이 있음.

2. 제 원

대 상 mill : c/m 2호
capacity : 51 t/h
rpm : 15.8
length : 12.5m
diameter : 3.6m
제작회사 : polysius
설치년도 : 1969년
시험강구 : 국산 high－chrome 강구

3. HIGH－CHROME 강구의 재질 및 특성

3－1 화학 성분

원 소 명	C	Si	Mn	P	S	MO	Cr
백분율(%)	2.5	0.26	0.29	0.013	0.021	0.33	17.8
기준치(%)	2.5～3.2	1이하	1이하	0.04이하	0.04이하	3이하	12～28

3～2 물리적 특성

3～2～1 경도 단위 : HRC

강구종류 \ 규격	90φ	80φ	70φ	60φ	50φ	40φ	30φ
high－chrome 강 구	60.3	60.3	61.2	61.3	61.2	61.5	62
일반강구	50.7	49.3	50.5	47.4	47.2	46.2	47.5

3～2～2 마모율 단위 : g/ton-ce

강구종류 \ 구분 실별		마모율	폐구율	소모율	비 고
high－chrome 강 구	1실	17.797	0.634	18.431	
	2실	21.323	1.193	22.516	정 상 마 모
	계	39.120	1.837	40.946	
일반강구	1실	248.27	49.35	297.62	
	2실	243.15	10.16	253.31	이 형 마 모
	계	491.42	59.51	550.93	

hi－cr 강구 선별 투입후 4,000시간 가동후 선별 결과이며

hi－cr 강구는 일반강구에 비해 마모율 및 소모율에 있어서 약 1/13에 불과하다.

4. DATA 수집 및 비교검토

일반 강구 투입시 부터 선별시까지 생산량 및 전력 원단위와 그외 data를 high－chrome강구 사용 이후의 data와 비교함으로써 어떠한 변화가 data상에 나타나는 가를 검토한다.

4－1 DATA 수집기간

일반강구 : 1975년 10월부터 100일간 (약 2,000시간)

high－chrome 강구 : 1978년 2월부터 100일간 (약 2,000시간)

4 - 2 DATA

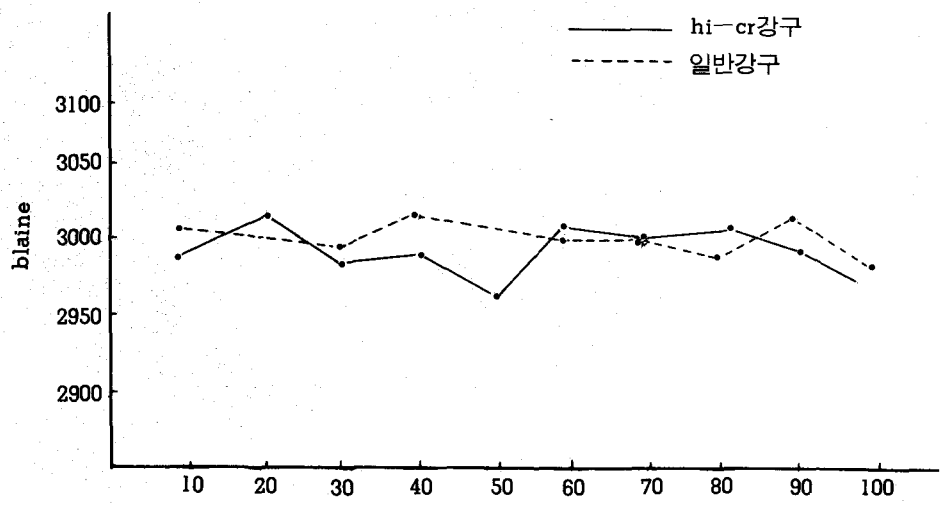
10일간의 data를 평균하여 한단위로 한 data는 다음과 같다.

날자 \ 구분		운전시간	생 산 량	t/h	mill power	비표면적	lg-loss	전력원단위
일반강구	75. 10. 10 ~ 10. 19	157.^{30}	8033	51.^{0}	1866	3002	1. 00	36.^{6}
	10. 20 ~ 10. 29	217.^{10}	11.041	50.^{8}	1868	3004	0. 95	36.^{8}
	10. 29 ~ 11. 8	218.^{30}	11.028	50.^{5}	1857	2998	1. 07	36.^{8}
	11. 9 ~ 11. 18	203.^{15}	10.117	50.^{1}	1874	3020	1. 21	37.^{4}
	11. 19 ~ 11. 28	198.^{45}	9.929	50.^{0}	1837	3007	1. 23	36.^{7}
	11. 29 ~ 12. 8	205.^{30}	10.163	49.^{5}	1831	3005	1. 04	37.^{0}
	12. 9 ~ 12. 18	210.^{55}	10.391	49.^{3}	1853	3002	1. 06	37.^{6}
	12. 19 ~ 12. 28	195.^{20}	9.516	49.^{2}	1864	2994	1. 10	37.^{9}
	12. 29 76. 1. 7	214.^{30}	10.196	48.^{8}	1868	3009	1. 02	38.^{3}
	1. 8 ~ 1. 17	187.^{50}	8.869	48.^{5}	1890	2990	0. 94	39.^{0}
		2,009.^{15}	99.281	49.^{8}	1861	3003	1. 06	37.^{41}
high-Chrome 강구	78. 2. 1 ~ 2. 10	222.^{20}	12.139	54.^{6}	1791	2998	0. 97	32.^{8}
	2. 11 ~ 2. 20	213.^{20}	11.584	54.^{3}	1794	3008	0. 99	33.^{0}
	2. 21 ~ 3. 2	198.^{25}	10.714	54.^{0}	1782	2989	0. 94	33.^{0}
	3. 3 ~ 3. 16	97.^{40}	5.304	54.^{3}	1789	2987	0. 97	32.^{9}
	3. 17 ~ 3. 26	185.^{10}	10.057	54.^{3}	1787	2967	0. 98	32.^{8}
	3. 27 ~ 4. 5	201.^{30}	10.915	54.^{2}	1768	3019	1. 05	32.^{6}
	4. 6 ~ 4. 15	187.^{55}	10.183	54.^{2}	1772	3006	1. 01	32.^{7}
	4. 16 ~ 4. 25	212.^{50}	11.527	54.^{2}	1761	3012	0. 98	32.^{5}
	4. 26 ~ 5. 5	198.^{55}	10.828	54.^{4}	1759	2998	0. 98	32.^{3}
	5. 6 ~ 5. 15	187.^{15}	10.102	53.^{9}	1779	2985	1. 01	33.^{0}
		1,905.^{20}	102.821	54.^{2}	1778	2997	0. 99	32.^{80}

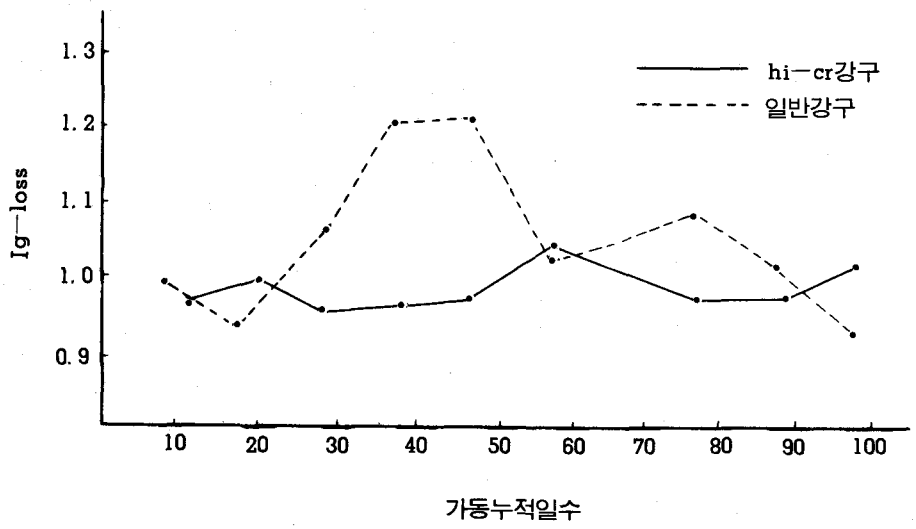
4 - 3 GRAPH

4 - 3 - 1 blaine 및 lg-loss의 비교

가) blaine



나) Ig-loss



memo

일반강구 사용시 blaine치는 약간 높으며 lg-loss는 hi-cr 강구사용시 약간 낮은 추세로서 lg-loss와 blaine의 생산량에 관한 생산관계를 알아보자.

4 - 3 - 1 - 1 blaine과 lg-loss와의 상관관계

blaine과 lg-loss와의 상관 관계를 알고자 신설 clinker와 풍화 clinker를 10 : 0에서 1 : 1 비율까지 혼합한 시료를 test mill에 동일시간 분쇄하여 blaine과 lg-loss를 측정했다.

test mill의 제원

length : 400㎜

diameter : 400φ

rpm : 60

시료의 량 : 4 kg

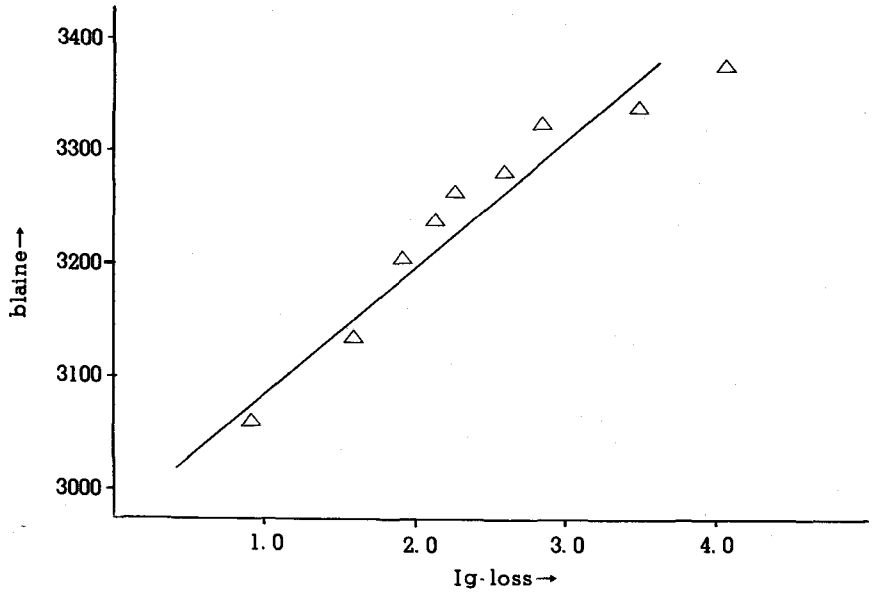
시료의 입도 : 5㎜~10㎜

분쇄시간 : 30분

석고의 량 : 3.5%(SO_3 2.5% 기준)

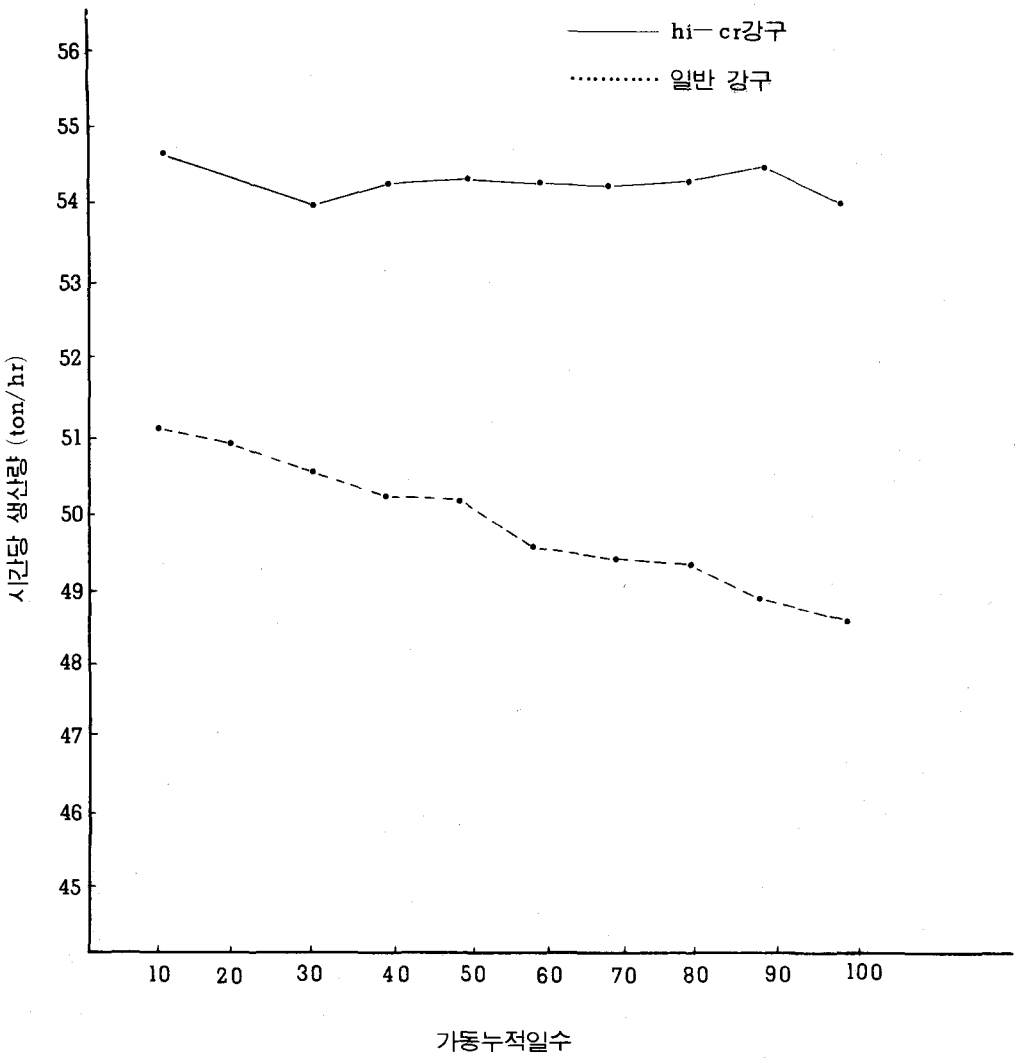
data

시료의 배합	10 : 0	1 : 1	8 : 1	7 : 1	6 : 1	5 : 1	4 : 1	3 : 1	2 : 1	1 : 1
lg—loss	0.96%	1.58	1.78	1.90	2.05	2.20	2.42	2.72	3.31	4.34
blaine	3067	3130	3172	3215	3243	3262	3284	3326	3332	3382



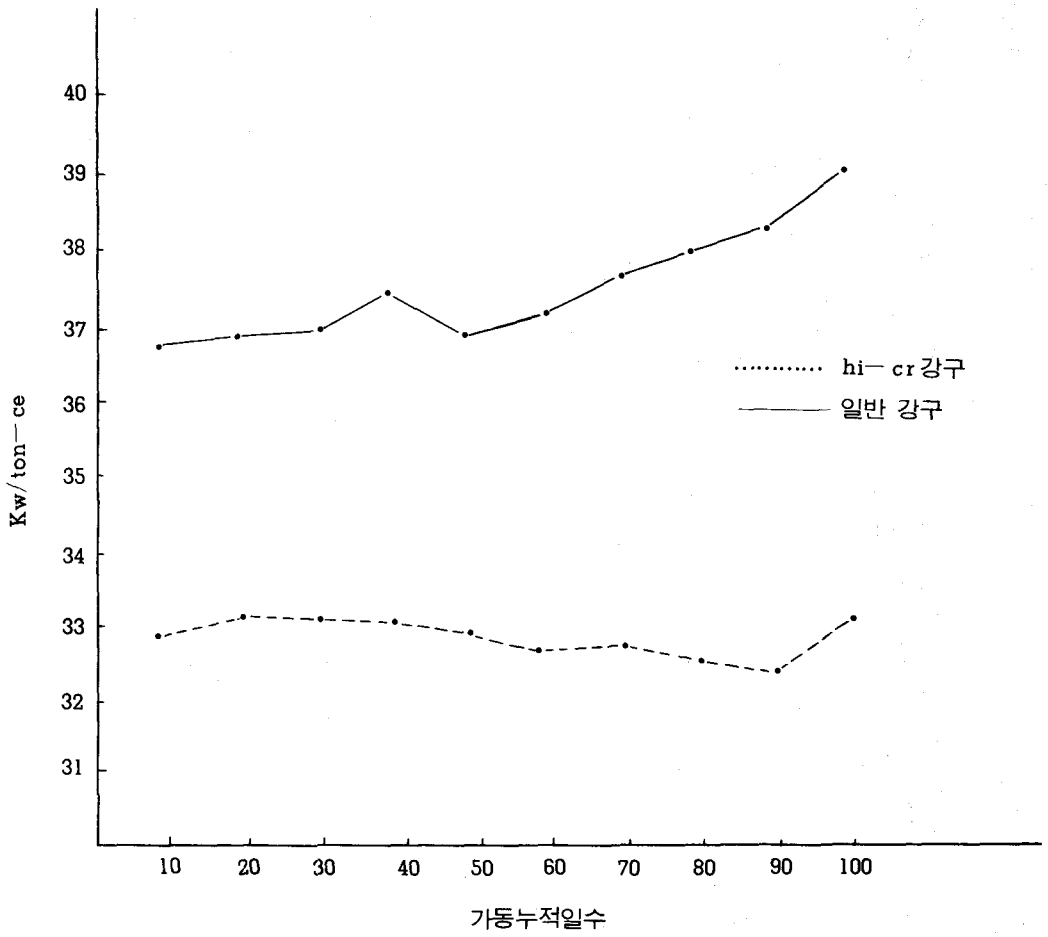
memo lg—loss가 높아짐에 따라 blaine이 높아짐을 알수 있으며 대형 mill에서는 비례식의 기울기가 다소 낮은것으로 추정됨.

4 - 3 - 2 시간당 분쇄량 비교



memo hi-cr강구 사용이후 mill 효율은 거의 일정하며 일반강구 사용시는 점차 하락 추세이다. 이는 일반강구의 마모율이 높아 적정 배열 상태가 곧 흐트러지는 상태를 의미하는 것으로 사료된다. 일반강구와 hi—cr 강구의 초기 생산량의 차이는 일반강구 선별시 마모정도에 따라 선별되므로 완전 파구 및 심한 이형마모 이외에는 거의 재투입 사용된다.

4 - 3 - 3 전력 원단위



memo 전력 원단위는 mill 자체의 power 만으로 계산한 값이며 시간당 분쇄량과 mill power 에 좌우된다.

5. 경제성 검토

5 - 1 high—chrome 강구 사용에 따른 투자액

c/m 1기당 강구소요량 : 137ton

년간 1기당 강구 보충량 : 14ton

high—chrome강구단가 : 640,000원/ton

c/m 1 기당 투자액

151×640,000=96,640,000원

5 - 2 일반강구 사용에 따른 투자액

5 - 2 - 1 일반강구 전량 교환시

c/m 1기당 강구 소요량 : 137ton

년간 1기당 강구 보충량 : 186.5ton

일반 강구 단가 : 190,000원/ton

c/m 1 기당 투자액

323.5×190,000=61,465,000원

5 - 2 - 2 일반강구 사용시

년간 1 기당 보충량 : 186.5ton

c/m 1기당 투자액

186.5×190,000=35,435,000원

5 - 3 전력 원단위 감소에 따른 전력비 절감

전력 원단위 차이

37.41 - 32.80=4.61 kw/ton-ce

c/m 1기당 1개월 생산량 : 28,125 ton

전력 단가 : 14[50]원/kw

c/m 1기당 1개월 전력비 절감액

28,125 ton/월×4.61kw/ton×14[50]원/kw

=1,884,100원/월

5 - 4 HIGH-CHROME강구 사용에 따른 투자액 회수기간

투자액 회수기간을 X년후 라고 가정하면

5 - 4 - 1 일반강구 전량 교환시

$137\times190,000+186.5\times190,000\times X=137\times640,000+14\times640,000\times X-22,609,200\times X$

$\therefore X=1.26$년

즉 1년 3개월 후면 투자액이 회수된다

5 - 4 - 2 일반 강구 전량 사용시

$186.5\times190,000\times X=137\times640,000+14\times640,000\times X$

$-22,609,200\times X$

$\therefore X=1.78$년

즉 1년 10개월 후면 회수된다.

5 - 4 - 3 투자 회수기간 이후 절감액

전력비 절감액+일반강구 보충금액—hi—cr 강구 보충금액

=22, 609, 200+35, 435, 000 - 8, 960, 000=49, 084, 200원

약 1년간 1기당 5천만원이 절감된다.

5 - 5 기타 이점

가) 시간당 생산량이 평균 4ton/hour 증대 되므로 기타 소요 자재의 원단위가 낮아진다.

나) 일반 강구 사용시 보다 강구 보충 작업의 회수가 줄어들므로 안전관리 문제나 인건비의 절약 및 가동율이 향상된다.

(일반 강구의 보충은 1회 약 10ton씩 20일마다 보충했으나 hr—cr 강구는 1회 약 3.5 ton씩 3개월 마다 보충하고 있음)

다) 강구의 배열이 거의 적정선을 유지하므로 품질의 균일화를 기할 수 있다.

6. 결 론

이상의 검토 결과 전력원단위의 감소 생산량 증가 및 기계 가동율 향상 인건비 절약과 보충강구의 투자액 절감 및 공정관리의 용이 등의 이점이 있으며 특히 전력원단위의 감소로 열관리적 측면에서 매우 바람직한 것으로 사료된다.