

물류 개선에 기초를 둔 신 생산 시스템 (SET 생산 SYSTEM)

김 봉 옥<현대중공업 생산시스템 연구실 이사>

변 구 근<현대중공업 생산시스템 연구실 차장>

일반적으로 조선 생산 방식은 다품종 소량 생산 체제로써, 생산 방식 전체를 한마디로 분석한다는 것은 어려우나, 대부분의 조선 선각공장은 대 LOT 생산 SYSTEM으로 구성되었다고 할 수 있다.

이러한 대 LOT 생산체제는 그 동안 조선 산업의 생산성을 눈부시게 향상시켰고 한국조선을 제 2의 조선국으로 부상시키는데 일조를 담당하여 왔다. 그러나 이러한 대 LOT 생산체제의 높은 생산성 향상에도 불구하고 각 공정간에 많은 S-STOCK을 야기하는 결과를 초래하여, 조선 생산에서 또다른 문제로 부상하게 되었다. 현 조선생산의 최대 장애요인으로 등장한 STOCK 문제를 해결하기 위하여, 당사는 물류 흐름을 원활히 할 수 있는 GROUP TECHNOLOGY기법을 도입한 新 생산 SYSTEM(이하 SET 생산 SYSTEM)을 개발하게 되었다.

서 언

우리나라 조선 산업의 생산성 향상 측면에 있어서 괄목할 사항들은 많이 있지만 부품 종류가 다양한 의장부분이나, 호선마다 계약 상태와 품질조건이 다른 도장분야와는 달리 선각부분에 있어서는 보다 높은 생산성 향상을 이루었다.

일례로 150K의 선각공수 지표를 TON당 M/H로 비교하면, 초창기 대비 생산성이 2.5배 향상되

었으며, VLCC의 선각공수는 50만 M/H 목표로 추진중이다. 조선선각 공사는 다른 작업과 달리 MAKER에서 구입한 강재를 설계, 가공하여 조립하는 것으로써 선각 중심으로 생산성 향상의 노력이 전개되어 왔다. 즉, 설계과정에서 만들기 쉬운 구조나 BLOCK DIVISION을 우선적으로 고려해 줌으로써, 절단이나 용접과 같은 요소개선의 방법을 이루었으며, 이러한 결과로 선각에서 현저한 생산성 개선을 추구할 수 있었다. 앞으로는 지금의 생산성 보다 더 높은 생산성을 이루기 위해, 조선산업보다 생산성이 현저히 높은 자동차 산업과 비교하여 볼 필요가 있다. 예를 들어, 자동차 산업에서 사용되는 생산 방식의 핵심으로 인식되는 물류 흐름에 의한 생산방식 즉 도요다 생산 방식을 조선산업에도 적용할 수는 없는가? 또는 어떻게 하면 조선산업에 적용할 수 있겠는가? 하고 생각하는 것도 좋은 비교대상이라 할 수 있겠다. 이러한 사고의 전환은 현재보다 더 높은 생산성을 추구하기 위해 물류흐름 생산방식을 조선 현장에 접목시켜, 물류의 관점에서 생산성 개선의 여지는 없는가를 연구하도록 하였으며, 그 결과를 바탕으로 생산공정을 재편성하였고, LAY-OUT의 변경 갱신도 검토하였다. 뿐만 아니라 생산을 직접 관계하는 생산 기술과 생산 관리 기술에 대해서도 몇가지 개선을 검토하였다.

아직까지 우리나라의 조선 산업 환경은 우리가 원하는 TYPE의 선종을 선별하여 건조할 수 없었

고, 우리 건조능력에 맞는 선종을 수주할 수밖에 없는 것이 현실이었다. 이러한 시점에서 모든 SYSTEM 전체를 물류 흐름 체제로 생산 SYSTEM을 구성한다는 것은 무리다. 그러나 여러 선종을 동시에 건조할 수 있고 PRODUCT MIC 체제하에서의 물류 개선 즉, MULTI SYSTEM을 구성하기 위해서는 물류 흐름 체제와 일반 생산 체제가 함께 공존할 수 있는 체제를 구성하는 것이 효과적이라고 생각한다.

따라서 앞으로 소개할 내용은 기존의 LOT 생산체제 하에서 당사의 선각 내업공장중 가공-소조 분야의 물류 흐름 체제에 대한 내용을 설명하고자 한다.

1. 현 내업 공장 생산 체제 및 문제점

당사 뿐만 아니라 국내 조선사의 선각 내업 공장은 가공 능력과 조립 능력으로 분리할 수 있으며, 가공능력은 가공기계능력과 사용방법에 따라 결정된다. 그러므로 높은 설비 투자 효과를 올리기 위해서 다음과 같은 관점들이 고려되어 왔다.

1-1. 현재 선각 내업 공장의 생산 체제

1-1-1. 대량생산

일반적으로 선각 내업공장의 능력은 가공능력과 조립능력으로 나뉘며, 가공능력은 가공기계능력과 사용방법에 따라 결정된다. 현 조선 선각 공장에서는 높은 설비투자 효과를 올리기 위해 후공정 작업순서와 관계없이 대량생산을 하고 있는 실정이다. 뿐만아니라 생산 효율을 높이기 위하여 다점 TORCH 절단기의 적용으로 같은 형상의 부재를 많이 모아서 동시에 절단하는 등, 후공정에 즉시 필요치 않은 부재도 절단하는 작업을 해왔다. 이것은 단순히 생산성 향상의 문제가 절단기의 절단 효율만을 높이는 측면에서 고려되어 왔음을 의미한다. 표-1은 대 LOT 생산시 물량 및 가공시간에 대한 표이다.

표 1. 대 LOT 생산시 물량 및 가공시간

생산설비	능력	생산의 특징	비고
2매 절단장비	3.5m×16m 강판2매 동형대칭 절단가능	2매절단을 실현하기 위해 동일 대칭 부재 운반 및 HOLE동시절달	TOTAL : 14대 (NCP:5, NCF:9)
F.P 절단기	부재의 폭이 일정하고 다량인 부재 절단	절단효율 극대화 위해 STRIPPING 공용절단후 END OUT은 2차 절단함	14대

항목	물량	가공시간	비고
1척 TOTAL BLOCK수	500EA		150K B/C선
1척 TOTAL LOT수	312EA		기준 자료임
1-LOT 평균 BLOCK수	1.6 BLOCK		
1-LOT 평균 절단 매 수	25매	20 HR	
1-LOT 평균 형강 본 수	30분	10 HR	용접장: 중앙부
1-LOT 평균 용접장	14532m	18 HR	1-LOT기준임

1-1-2. 강재 SCRAP 고려

강재의 SCRAP 고려는 선각의 강재 재료비 절감측면에서 큰 의미가 있는 것으로써, 당사 뿐만 아니라 조선 각사에서는 재료비 절감을 위해서 가능한 동일 부재가 같이 절단될 수 있도록 NESTING을 하고 있다. 따라서 필요시기를 고려할 때 N/C절단기에 절단되는 부재군 SIZE는 서서히 증가하게 되었고 그 결과 LOT SIZE도 증가하게 되어 자연스럽게 조선 생산단위 체제가 커지게 되었다. 예를 들어 당사의 LOT SIZE가 BOTTOM BLOCK의 경우에 좌우 및 전후 BLOCK 정도의 넓은 범위로 정의되는 것도 이러한 현상에 기인한 것이다.

1-1-3. 생산관리의 단순화

VLCC 1척의 부품수가 11만개가 되고 150K B/C 경우 8만개의 부품으로 이루어진다. 이러한 많은 부품수는 부품 각각의 생산 계획, 생산 실적을 관리하는 것을 매우 어렵게 한다. 하지만 관리하기 편하도록 대 LOT화 하여 생산 계획과 실적을 관리함으로써 관리해야 할 ITEM수를 줄일수 있으며 효율도 증가시킬수 있다.

이상의 같은 원인으로 조선의 생산 방식은 대 LOT 생산 체제로 이루어 지고 있으며, 이러한 생산 방식은 초창기 부터 현재까지 우리나라 조선산업의 눈부신 발전을 이루는 원동력이 되어왔다. 그러나 이러한 생산방식은 높은 생산성 향상이라는 장점 이면에 많은 문제점도 가지고 있다. 현재까지 적용되어 왔던 대 LOT 생산 체제의 문제점들을 당사의 기준으로 살펴보고자 한다.

2. 현 생산체제의 문제점

현 생산 체제의 문제점은 대량 재공품과 S-STOCK장의 발생, LEAD TIME의 과다, 운반작업의 과다, 전문작업의 결여, 생산 공정의 현재화에 대한 어려움으로 분류 된다.

2-1. 대량 재공품과 STOCK장 발생

그림 1은 당사에서 대 LOT 생산체제상의 물류 흐름을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 가공장비 기계 주변에 가공前부재, 가공 完了材가 놓이고, 소조립장 前에 판계 대기재, 판계 완료재, 소조 부재가 놓이는 등 가공-소조 공장의 36% (판계材 포함)가 부재 적치장으로 대응되어 사용된다. 이것은 AREA 점유라는 문제 뿐만아니라 물량면에서 월 5900TON이라는 많은 가공부재가 재공품으로 남아, 분류 작업 시간 과다 및 대기의 낭비를 초래하고 있는 실정이다.

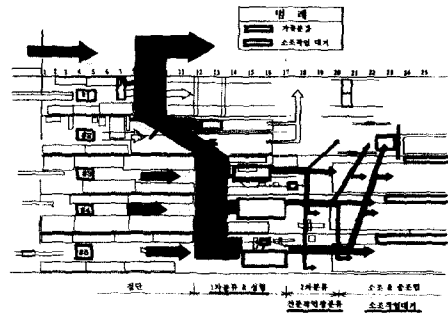


Fig. 1 대 Lot 체제상의 물류 흐름

2-2. LEAD TIME 과다

가공-소조 LINE의 LEAD TIME은 가공 착수일에서 소조 완료일까지의 시간을 말하는 것으로 대 LOT 생산체제에 있어서는 동일 LOT중 1개의 가장 빠른 BLOCK에 맞추어 가공 착수일을 결정하기 때문에 공정이 비교적 늦은 BLOCK의 경우에는 LEAD TIME이 매우 길다. 또한 성형 작업의 경우, 대 LOT 체제하에서는 성형 부재 하나만을 작업할 수 없고 다른 부재와 같이 해야함으로 LEAD TIME이 길다. 이러한 이유로 당사의 경우 가공의 공정이 3~7일, 소조가 7일로 가공-소조 LINE의 TOTAL LEAD TIME은 10~14일이 소요되고 있는 실정이다.

2-3. 운반 작업의 과다

앞에서 언급되었던 바와 같이 가공-소조 LINE의 재공품의 과다와 물류 흐름의 복잡함에 의해 부재 운반 작업에 많은 공수가 과다하게 소요되고 있으며, 운반을 위한 CRANE 대기 낭비 또한 크게 발생하고 있다.

표 2. 소조 각 부재 형상별 직접 대비 간접 공수 비율

	GIR류	STR류	FLOOR류	BLT류	단순류	NCF류	NCP류	F/F BND류	FP STF류	SEC STF류	K/L BKT류	합계
직접 M/H	65.53%	71.71%	60.89%	36.64%	54.55%	19.46%	65.53%	35.21%	19.47%	42.43%	9.92%	47.38%
간접 M/H	14.84%	12.58%	13.74%	12.61%	24.2%	13.81%	14.84%	20.78%	8.42%	38.96%	26.45%	18.93%
대기 시간	19.63%	15.7%	2.37%	50.75%	21.21%	66.74%	19.63%	44.01%	72.11%	18.61%	63.64%	33.69

2-4. 전문 작업의 결여

대량 생산에 의한 분류 작업 난이도 증가와 물량 LOAD의 UNBALANCE로 인한 대 LOT체제의 생산관리는 BLOCK 전문화 작업이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

2-5. 생산 공정의 현재화에 대한 어려움

뿐만 아니라, 대 LOT 생산에서는 가공 부재가 많기 때문에 필요한 부품이 가공되어도 어디에 놓여 있는지 담당자도 알 수 없을 때가 많아, 가공 부재를 직접 확인하고 나서야 비로써 제 위치를 알 수 있는 등, 가공 부재에 대한 전반적인 관리 체제가 어려워, 생산 공정의 문제점을 쉽게 현재화 할 수 없는 실정이다. 또한 단일 공정의 고능률화에만 지나치게 주력하여, 전체의 물류 흐름에 LOSS를 가한다는 사실을 깨닫지 못하는 경우도 발생하며, 어떤 부분의 작업 공정을 개선 해야 하는지를 판단 조차도 어려운 실정이다.

3. 신 생산 SYSTEM

당사의 대 LOT 생산 체제에 있어서, 가공 절단 능력 자체의 고능률화는 상당 부분에 걸쳐 달성되었으며, 이에 따른 생산성 향상은 눈부시게 향상되었다. 그러나 대 LOT 생산체제가 가져온 S-STOCK과다 발생 및 HANDING LOSS의 문제는 생산성 향상의 한계를 초래하였다. 즉 물류 흐름의 기본인 필요한 물건을 필요한 시기에 필요한 장소로라는 JUST IN TIME 사상을 생산체제 전

반에 도입하지 않은 채 단지 단일 공정(가공)의 합리화만으로는 생산성의 향상에 한계가 있다는 것을 보여 주는 것이다. 그 예로 당사와 선진 조선과의 생산성 비율을 살펴보면 가공 공정의 생산성은 선진 조선과 동일하나 절단 이후의 나머지 공정에서는 격차가 크게 나타나고 있는 것이다. 이러한 이유로 물류 생산 SYSTEM에 부합하며 당사 실정에 맞는 새로운 가공-소조 LINE의 생산 SYSTEM을 개발하게 되었다.

3-1. 당사 생산 SYSTEM의 분석

가공-소조 LINE의 공정을 I.E. 기법의 하나인 P-Q 분석 기법을 통하여 소조 부재를 분류하였고, 각 부재의 공정상 낭비 요인을 찾아 분석하여 보았다. 분석 결과치는 다음의 표-3, 표-4, FIG - 2에서 나타내었다.

당사의 각 공정을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 공정의 단위가 매우 많다.

표 -5-1과 표 -5-2는 GIRDER 중조 절단 공정 분석표와 중조 소조 공정 분석표로써 GIR 중조 하나를 제작하기 위하여 무려 97 공정을 거쳐야 하나의 중조품이 이루어 짐을 알 수 있다.

② 조선도 소품종 다량 생산체제가 가능하다

종래 조선의 생산체제는 다품종 소량생산체제라는 통념으로 생각되었지만, GROUPING하는 방법에 따라 소품종 대량생산체제로 전환이 가능하다. 만일 소조품종 단순 부재나 선형 소조,

BLT, 주판 작업 등을 하나의 GROUP군으로 분류하면, 전체 소조 부재 품의 80%를 GROUP군으로 나타낼 수 있으며, 표 6에서 보듯이 P-Q 분석 기법상 2:8 LINE으로 소품 중 대량 생산이 가능하다는 것이다.

표 3. 소조 형상별 구성비율

부재 형상별 구성 비율	GIR	BLT	BKT	STR	FLOOR	기타
	31%	22%	22%	13%	10%	2%

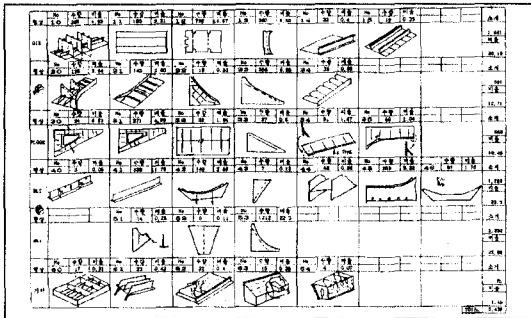


Fig.2 부재 형상별 분류

표 5-1. GIRDER 중조 절단 공정 분석표

공중도	공정내용	사용설비	부품명		NCP절단(大)					CYCLE TIME	
			인원	10	해당부재						
					11	12	13	14	15		
▽ 1	선공정, 완료확인	컴퓨터									
○ 2	작업지시, 도면			10	10						10
▽ 3	대기			15	15						15
○ 4	자재입고 확인		1	10	10						10
▽ 5	대기			15	15						15
○ 6	분류	크레인	2	5	10						15
○ 7	정반배열	크레인	2	9.5	15						24.5
▽ 8	대기			15	15						30
○ 9	DATA SETTING	N/C절단기	1	5	5						10
○ 10	P/L SETTING	N/C절단기	1	9	10						19
○ 11	Mk	N/C절단기	1	10	25						35
○ 12	절단	N/C절단기	1	45	95						140
○ 13	수작업Mk			5	20						25
○ 14	잔재절단			5	20						25
▽ 15	대기			10	10						20
○ 16	반자동절단(개선)	반자동절단기	1	10	30						40
▽ 17	대기			5	5						10
○ 18	운반	크레인	2	5	12						17
○ 19	정반정리(잔재처리)		2	10	10						20
○ 20	분류	크레인	2	5	5						10
○ 21	파렛트 운반	크레인	2	2	2						4
▽ 22	대기(STOCK)			15	15						30
TOTAL				18	221	354					524.5

표 4. GIRD 중조 작업 경로 분석(가공→소조)

부품명	부품수	가공					성형					소조립			불간섭수	작업시간 합 계	비고
		전처리 1	N/C 2	F/P 5	SEC 10	기타 20	500Ts 50	300Ts 100	1000Ts 200	700Ts 500	L/H 1000	관제 2000	소조립 5000	중조립 10000			
중조 주판	6	○	75분									○	○	○	17003	1473분	
STIFF 1																	
STIFF 2	31	○		13분											5006	13분	
SEC	12	○			30분										5011	30분	
K/L BKT		○	5분			12분	20분								5153	37분	
소조 주판	60	○	180분									○	○	○	15003	1806분	
소조 STIFF	156	○		65분											5006분	65분	
선행 의장품															15020	10분	
축장 PCS															15020	5분	
선행 소조 주판	24	○	10분												5003	110분	
선행 조소 STIFF	243	○		12분											5006	12분	
합 계			270분	90분	30분	15분	12분	20분				30분	2351분	743분		3561분	

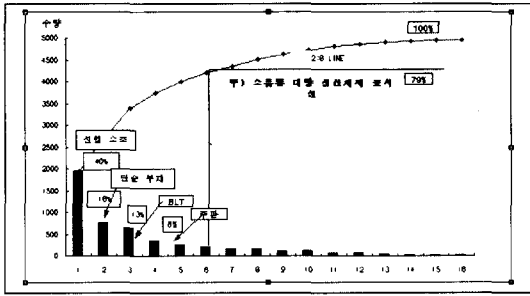


Fig 3. 소조 각부재 형상별 GROUPING P-Q 분석표

표 5-2. GIRDER 중조 소조 공정 분석표

절단공정 분석표			부품명		NCP절단(大)											
공중도	공정내용	사용설비	인원	해당부재					CYCLE TIME							
				10	11	12	13	14		15						
▽ 1	선공정 완료확인	컴퓨터														
◇ 2	작업지시															
◇ 3	파렛트 찾음		1		3										3	
▽ 4	대기				15										15	
○ 5	분류	크레인	2		10										10	
○ 6	운반	크레인	2		5										5	
▽ 7	대기				15										15	
○ 8	판개(치수검사)		2		9										4.5	
○ 9	TAP PC'S 운반		2		5										0.25	
○ 10	취부	용접기	2		1										0.5	
○ 11	용접	용접기	2		1										0.5	
▽ 12	대기				5										5	
○ 13	용접기 이동	크레인	2		1.5										1.5	
○ 14	용접(BEAD)외관검사	용접기(SW-41)	2		7										3.5	
▽ 15	대기			5											5	
○ 16	T/O	크레인	2		1.5										1.5	
▽ 17	대기				5										5	
○ 18	용접(BEAD)외관검사	용접기(SW-41)	2		7										3.5	
▽ 19	대기				5										5	
○ 20	T/O	크레인	2		1.5										1.5	
▽ 21	대기				5										5	
○ 22	TAP PC'S 제거	절단기	2		5										2.5	
▽ 23	대기				15										15	
○ 24	비판계제 파렛트운반	크레인	2		14										14	
○ 25	소조 주판배열	크레인	4			40	20								30	
○ 26	대기				15	15	15								15	
○ 27	Mk		2		45	96	28								84.5	
▽ 28	대기				12	12	12								12	
○ 29	내부재 배열	크레인	6		30	60	6								48	
○ 30	SEC 배열	크레인	2		12		4								16	
▽ 31	대기				15	15	15								15	
○ 32	공 파렛트 정리(운반)		2		5										5	
○ 33	의장품, 축장PC'S운반	크레인	2		5										5	
▽ 34	대기				15	15	15								15	
○ 35	취부	크레인	10		95	65	42								60.2	
▽ 36	대기				5	5	5								5	
○ 37	용접(GRAVITY)	GRAVITY용접	6		310	535	60								150.833	
▽ 38	대기				5	5	5								5	
TOTAL				109	853	927.5	1815	279							988.033	

절단공정 분석표			부품명		NCP절단(大)											
공중도	공정내용	사용설비	인원	해당부재					CYCLE TIME							
				10	11	12	13	14		15						
○ 39	용접(마무리,검사)	CO2용접기	10		85	410	20								51.5	
40	대기				2	2	2								6	
◇ 41	검사		4		35	24	5								16	
▽ 42	대기				5	5	5								5	
○ 43	도장		4		75	96	5								44	
▽ 44	완성품반출(대장확인)			15	15	15									15	
○ 45	중조재 탑재	크레인	3		45										15	
▽ 46	대기				15										15	
○ 47	의장품, 축장PC'S	크레인			15										15	
▽ 48	대기				15										15	
○ 49	취부	크레인	6		168										56	
▽ 50	대기				5										5	
○ 51	용접 (GRAVITY)	GRAVITY	4		135										33.75	
○ 52	대기				5										5	
○ 53	용접(마무리 검사)	CO2 용접기	10		375										37.5	
▽ 54	대기				15										15	
○ 55	도장		3		15										5	
▽ 56	대기				15										15	
○ 57	반출	크레인														
○ 58	T/O	크레인														
▽ 59	대기															
○ 60	이면부재 운반	크레인														
○ 61	부재담채	크레인														
▽ 62	대기															
○ 63	의장품, 축장 PC'S	크레인														
▽ 64	대기															
○ 65	취부(검사)	크레인														
▽ 66	대기															
○ 67	용접(검사)	CO2 용접기														
○ 68	소지&도장															
▽ 69	대기															
○ 70	1차 반출	크레인	2		10										10	
▽ 71	대기				15										15	
○ 72	상차	크레인	2		5										5	
△ 73	반출	STOCK														
74																
75																
76																
TOTAL				109	853	927.5	1815	279							988.033	

3-2. 신 생산 SYSTEM 개발 (SET 생산 SYSTEM)

당사 분석을 통해, 당사의 가공-소조 LINE은 공정이 길고 그에 따른 LOSS가 많다는 것을 알 수 있다.

또한 소조 부재품을 분류 GROUPING하는 방법에 의해 소품종 대량생산 체제로의 전환이 가능하다는 것을 알았다. 이러한 분석을 토대로 현재

조선 생산 체제의 큰 문제점으로 대두된 대 LOT 생산 SYSTEM의 문제점을 보완한 신 생산 SYSTEM (SET 생산 SYSTEM)을 개발하게 되었다.

3-2-1. SET 생산 SYSTEM 개념

신 생산 SYSTEM (SET 생산 SYSTEM)의 기본 개념은 다음과 같은 3가지 기본 바탕으로 이루어 진다.

① 작업 물량의 평준화

기존 대 LOT 체제를 중조단위 규모의 소 LOT 화로 구성하고, 작업 평준화를 위하여 평균 미만인 소 LOT+ 소 LOT 개념으로 구성하게 되었다.

② 유사 부재 GROUPING

소조 부재 전체에 대한 공정 분석을 통하여, 소조 각 부재를 CATEGORY別로 분류하여 공정간 작업 방법 및 작업량이 유사한 부재들끼리 GROUPING하고, 분류된 GROUP들은 전문 생산 체제에서 작업이 가능할 수 있도록 원만히 FLOW LINE을 구성하였다.

③ 공정 재편성

대기 및 이동에서 발생하는 LOSS 해소해 나가기 위하여 기존의 작업 공정을 재편성하였고 공정

단계도 축소 시켰다. 아래의 표 -7은 공정 재편성을 나타낸 것이다.

작업물량의 평준화, 유사 부재의 GROUPING, 공정 재편성의 3가지 기본 생각을 바탕으로 SET 라는 기본 생산 단위를 규정하게 되었고 이러한 생산 단위가 원활히 운용될 수 있도록 SYSTEM 을 구성하게 되었다.

3-2-2. SET 구분

신생산 SYSTEM의 생산의 기본단위인 SET에 대한 언급은 이미 앞 장에서 하였다. 이제는 이러한 SET의 구성이 어떠한 방식으로 이루어져 있는가를 알아 보고자 한다.

분류 방법으로는 공정 구분, 부재형상 구분, 작업물량 조정의 3단계로 나누었다.

① 공정 구분

공정 구분은 필요한 작업의 공정과 작업 PROCESS를 분석하는 것으로, 공정 재편성을 통해, 작업 흐름화를 유도하고 이에 맞는 작업 PROCESS 를 개발하여 SET의 기본단위로 설정하였다.

② 부재 형상 구분

부재 형상 구분에 있어서는 유사한 부재 형상을 분류, 취합하여 공정을 축소하고 작업 난이도를

표 6. 공정 재편성

부재구분	공정편성	조립순서	공정단계		REMARK
			현재	공정재편성	
GIR, +FLOOR 중조			97	59	대기 분류 취합
STR			112	74	

통일하여 작업장 전문화를 피하며, 단순하고 반복적인 작업으로 유도하는 것으로 현재까지의 가공구분을 가공계열 구분에서 가공 작업 분류 구분으로 변경하고, 소조 LOT 체제는 소조 형상으로 구분하는 중조 단위의 SET를 구성한다는 것이다.

아래에 가공작업 분류 구분으로 변경된 중조 단위의 SET를 표로서 나타내었다.

표 7. 작업분류 구분에 의한 부재 형상 구분

분류	대표 명칭	소조 부재 종류
①	GIRDER 류	GIR, GIR+FLOOR
②	STIFFENER 류	STIFFENER, T/O후 부재 취부 or 용접
③	FLOOR 류	FLOOR, BHD
④	BLT 류	LONG. , BLT FR
⑤	기타	

③ 작업 물량 조정

작업 물량 조정에서 작업량을 당사 평균 소조 작업량 BASE인 35TON이하로 조정하고 관리 단위를 기준 LOT 단위에서 좀더 세분화 하여 작업량을 평준화 함으로써 TACT를 실현시킬수 있도록 SET를 구성 하였다. 즉 기존의 80TON의 LOT를 30TON, 30TON, 20TON의 SET로 나누고 기존 15TON LOT는 이전 LOT와 통합하여 30TON의 SET로 구성함으로써 작업량을 평준화 하는 것이다.

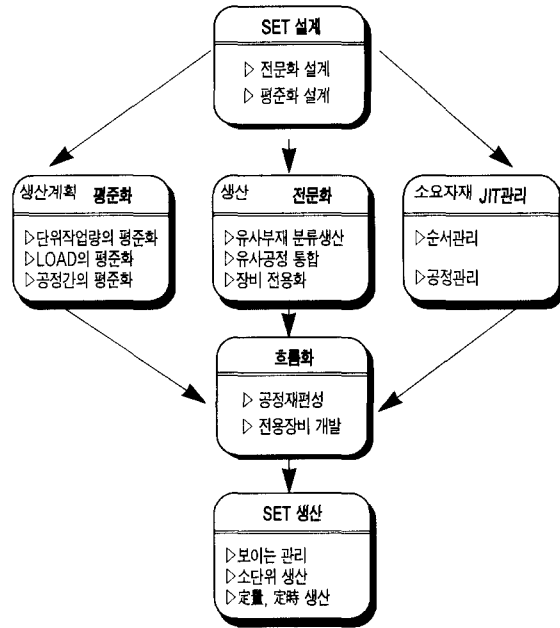
3-2-3. SET 생산 SYSTEM의 구성

신 생산 SYSTEM 즉 SET 생산 SYSTEM의 구성 DIAGRAM은 표-8에 나타내었다.

3-2-4. SET 설계

SET 생산 SYSTEM의 최고 핵심은 SET를 어떻게 구성하느냐에 달려있다. SET는 설계를 통하여 구성될 수 있으며, 설계에 의한 SET 단위 구성을 통하여 원만한 SET 생산 SYSTEM이 운영될 수 있다. SET 설계가 잘되는가, 잘못되는가

표 8. SET 생산 SYSTEM 구성



는 SET 생산 SYSTEM의 성패를 가름할 수 있는 중요한 POSITION 하겠다.

SET 설계의 개념은 조립 공정 및 전문성을 고려한 설계, 현업 LOAD 평균화를 위한 크기 조정 설계라 할 수 있으며, 작업장별 작업 물량 예측을 설계하는 것으로 대변할 수 있다.

3-2-5. SET 설계 구성

조선의 설계 공정을 당사 기준으로 살펴보면, 대개 기본 설계, BLOCK DIVISION, 취재-상세 설계, 공작도, 일품도, NESTING으로 구성되어 있다. 그 중 SET 설계가 이루어지는 공정은 주로 BLOCK DIVISION, 공작도, 일품도, NESTING에 집중되어 있으며, 특히 BLOCK DIVISION 공정에서 SET를 구성하는 W.P.D(WORKING PROCESS DIAGRAM)을 작성토록 되어 있다. W.P.D에서는 조립 면적, 중량을 기초로 SET를 구성하고 공정별, 부재별 PROCESS를 분석하여 SET NUMBER를 부여한다. 후속공정인 취재 설계에서는 이러한 SET 구성을

통하여 SET구분 취재를 입력 가공 계열로 통하여 절단장을 구분하고 생산 단위 PROCESS별 취재를 통하여 소조립 단위 부재 투입 시기를 구분하였다.

이 취재를 통하여 다음에서 언급할 생산 계획의 기본 자료인 SET 조립 면적을 구할 수 있다. 공장도에서는 선행 소조와 선 관계 등 선행 구분과 가공 경로 지정을 실시하며 SET별 부재표를 작성하여 향후 현장에서 선 관계 물량과 성형 물량, 성형 소조 물량을 선별할 수 있는 기본 DATA를 만들 수 있도록 한다.

일품도에서는 SET별 분류 작업과 가공계열구분, 절단 장비, 성형 장비 구분을 통하여 장비별 LOAD

를 분석, 작업을 평준화 할 수 있도록 하였다.

NESTING에서는 SET별 분류 NESTING을 작성하고 절단장을 입력하여 가공 장비의 LOAD 평준화를 기할 수 있도록 하며, 정밀 배열도를 작성하여 초기 W.P.D에서 작성한 SET 구성이 올바르게 형성되었는지를 검증할 수 있도록 하였다.

3-2-6. SET 단위 구성

기존 LOT 체계를 SET 단위 생산 체계로 전부 변경하는 것은 큰 혼란을 가져옴으로 기존 LOT 체계와 공존할 수 있도록 SET체계를 구성 하였다.

따라서 가공-소조 LINE 이외에 생산 SYSTEM은 SET 단위 생산 SYSTEM이 아닌 기존 LOT 생산 SYSTEM으로 운영하도록 하였다. 다음은 SET 단위 CODE 구성을 나타내고 있다.

표 9. SET 설계 DATA BASE FLOW

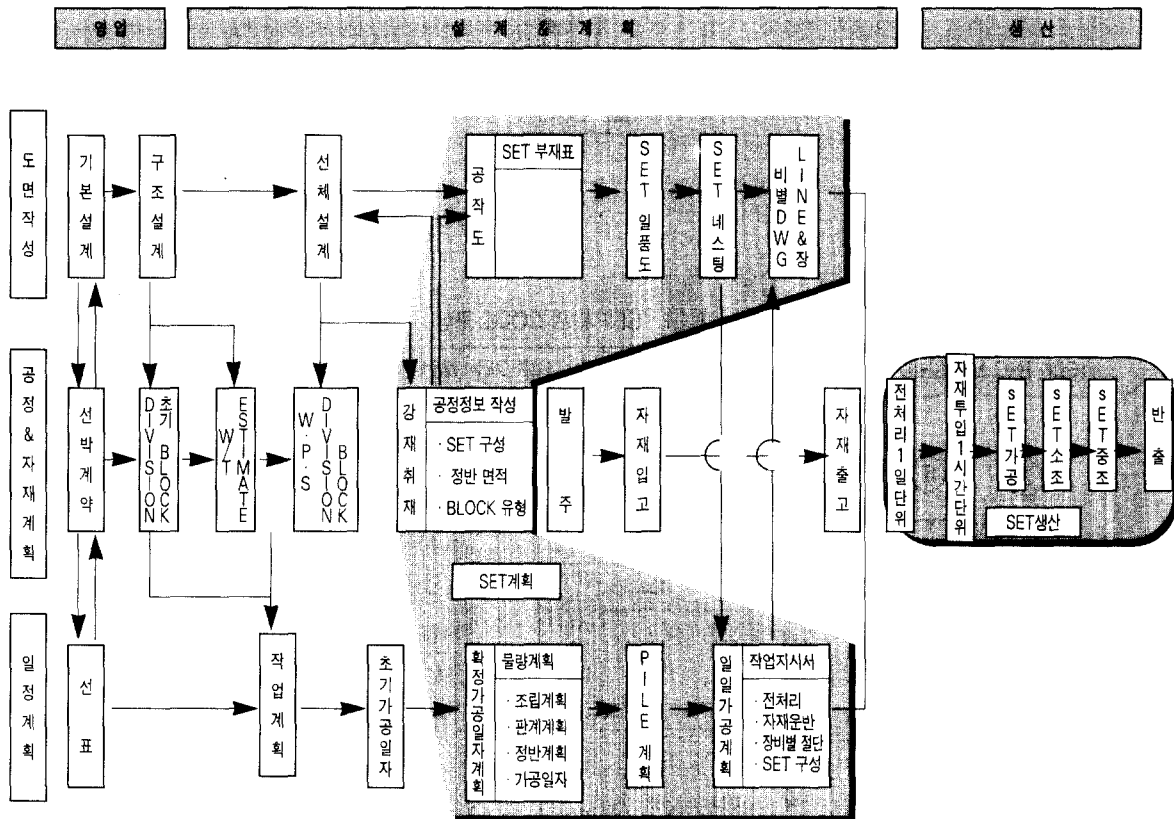


표 10. LOT와 SET의 차이

SET 설계 DATA BASE FLOW

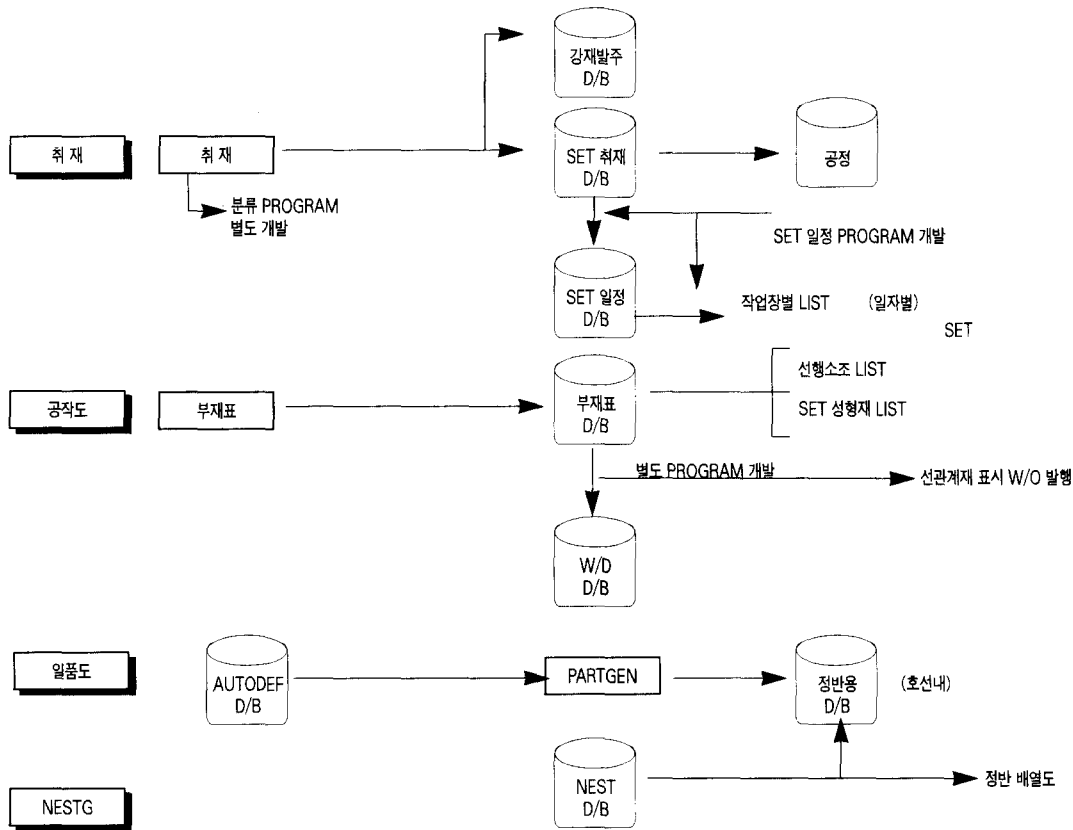


표 11. SET 단위 CODE 구성

160K B/C MIDSHIP

160K B/C선 MIDSHIP 기준 개선 전후 비교

개선 전후 부재 비교	현재의 구분 방법		개선후 구분 방법					
	LOT	중량(Tons)	가공 SET	면적(M ²)	조립 SET	면적(M ²)		
①	B17	243	B17-PG1	241.0	APG1	324.0	251.0	1
			B17-PG2	178.3			241.0	2
			B17-PG3	185.8			220.3	3
			B17-PG4	185.8			193.0	4
②	B37	130	B37-PG1	193.0	BPG1	321.0	185.8	5
			B37-PG2	168.3			185.8	6
③	B57	141	B57-PF1	137.0	CPG1	346.3	178.5	7
			B57-PF2	178.5			178.5	8
			B57-PF3	178.5			178.3	9
④	B74	31	B74-PF1	80.0	DPG1	330.3	168.3	10
⑤	B84	43	B84-PF1	73.0			159.8	11
⑥	S17	111	S17-PF1	220.3	EPG1	345.8	137.0	12
⑦	S37	189	S37-PF1	251.0			126.0	13
⑧	D14	53	D14-PG1	159.8	FPG1	354.1	80.0	14
			D14-PF1	126.0			73.0	15
합계	8	941	15	2556.3	7	2377.8		
평균		117.6		170.42		339.7		

3-2-7. SET 계획

가공-소조 LINE의 원활한 SET 생산을 위해 BAY별 작업 평준화와 공정별 순서 관리를 통해 조정할 수 있는 SYSTEM을 구성하는 것으로 되어 있다. 이것은 가공-소조 LINE의 물량 평준화 계획과 내업조립시 JIT 실현을 위한 순서 관리 계

획을 말하는 것이다.

SET 계획의 목적으로는 CODE 평준화와 단위 작업량 평준화, 공정간의 작업 평준화, 정확한 물량 예측 등이며, SET 계획의 특징으로는 소조 SET면적에 의한 물량 계획, 절단 순서 계획, 순서별 작업계획, SET별 작업계획을 들 수 있다.

표 12. 업무 Flow

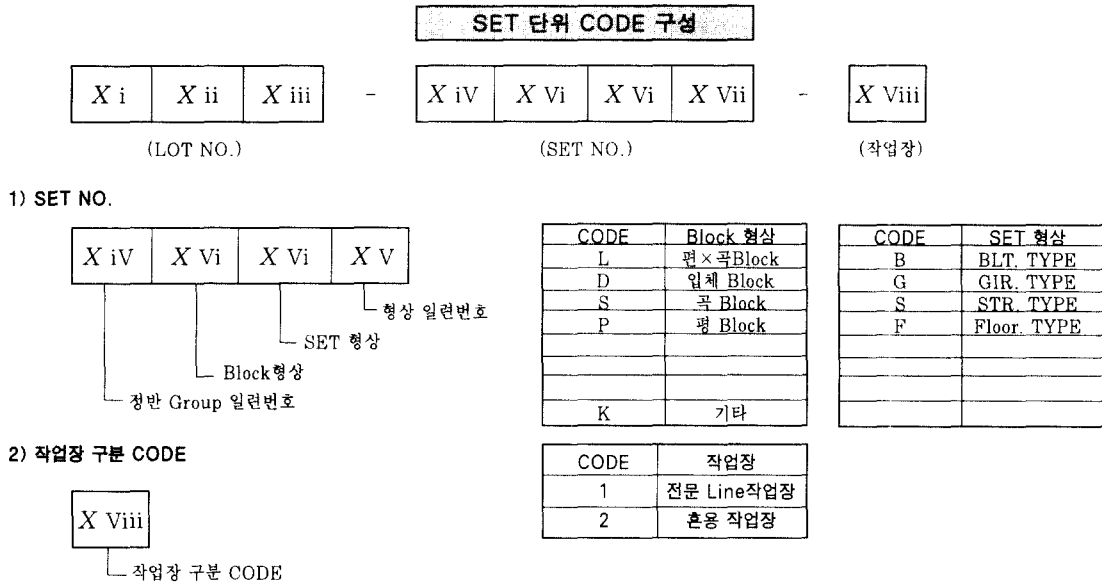


표 13. SET 계획 PROGRAM FLOW CHART

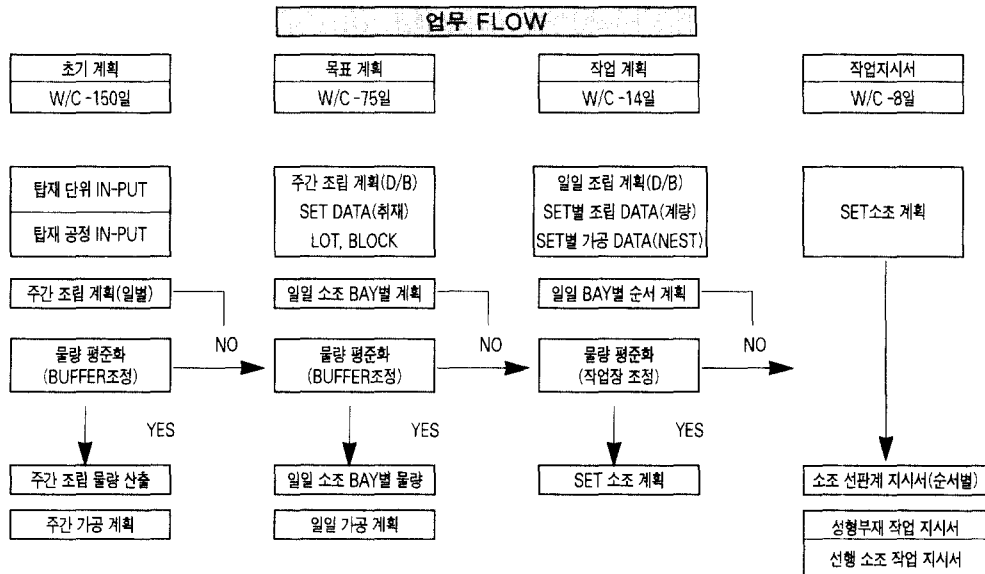
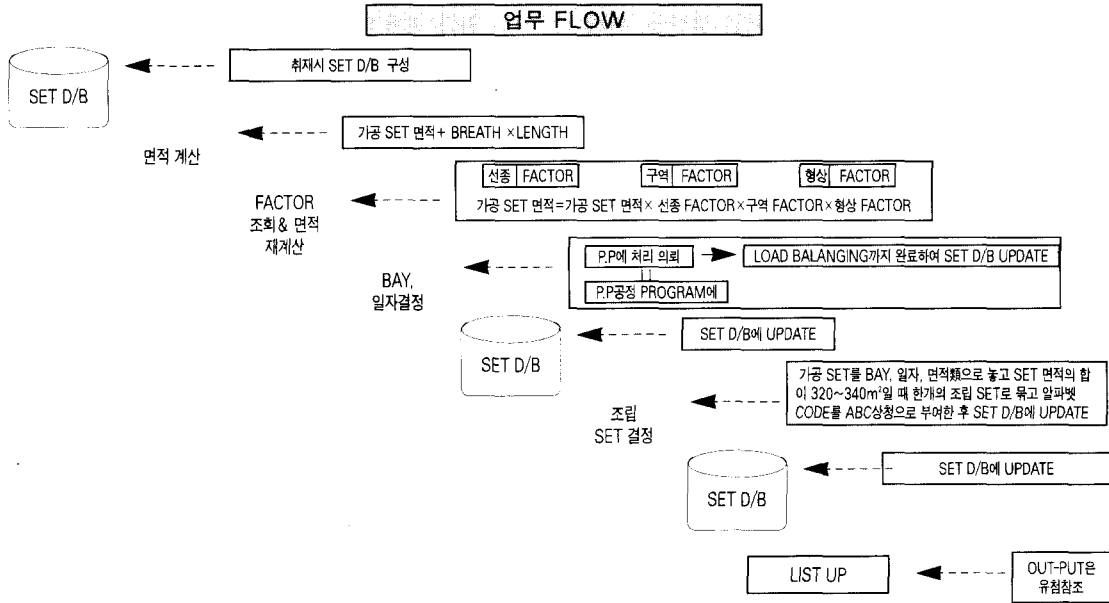


표 14. SET 관련 OUTPUT PROGRAM FLOW CHART



4. SET 생산 LINE

SET 구성, SET 설계, SET 계획을 통하여 당사의 소조 5-BAY 기준으로 SET 생산 LINE을 구성하여 보았다. SET 생산 LINE 구성의 기본 개념으로 가공-소조를 ONE-LINE화, 가공에서 절단 부재가 소조 작업 완료까지 CONVEYOR에 의한 이송, ONE-LINE에 그 LINE에서 필요한 장비를 구축하는 TOTAL 생산 방식의 채택으로 구성되어 있다.

SET 생산 LINE은 총 530M이며 크게 3개 ZONE으로 구성되어 있다. 각 ZONE의 주요 특징과 기본 장비는 다음과 같다.

4-1. 가공 ZONE

SET 생산LINE에서 가공 ZONE의 주요 특징은 시간 단위 자재 투입을 선행 작업 시간별, W/O로 들 수 있으며 선 판재 부재, 성형부재, 선행 소조 부재를 절단 순서 지정하여 절단 할 수 있도록 초기 부재 입고時 부터 고려 토록 하였다. 뿐만 아니라, 각 SET별 식별을 용이하게 하기 위하

여 SET의 시작과 보류 부분에는 깃발을 사용하였고, 장비별 식별 MARK를 표시하였다. 모든 부재는 SLAT CONVEYOR에 의한 부재 이동을 통하여 대기 낭비와 HANDLING LOSS를 최소화 하였다. 기본 장비로는 NCP 5대, NFP 2대, SAC 1대, 200 TON, 500TON 성형 장비 1대, MAGNET CRANE 1대, SLAT CONVEYOR 1SET, 잔재 수거 CONVEYOR 1SET, SEMI-GANTRY CRANE 1대로 구성되어 있다.

4-2. 선행 작업 ZONE

선행 작업 ZONE과 조립 ZONE 사이에 설치되는 ZONE으로, 주로 선행 소조를 선 작업으로 흐름을 유도하고 선 판재 작업을 흐름화 할 수 있도록 구성되어 있다. 뿐만 아니라 가공 ZONE과 조립 ZONE 사이에서 발생하는 UNBALANCE 물량의 BUFFER 역할도 함께 하게 되어 있다. 주요 설비 요소는 SLAT CONVEYOR 1SET, ROLLER LINE 1 SET, GANTRY CRANE 4 대로 구성되어 있다.

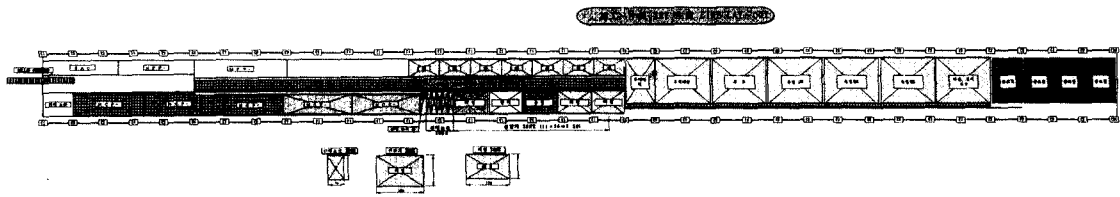


Fig. 4 가공 소조 SET 생산 LINE LAY-OUT

4-3. 조립 ZONE

일반 소조 작업이 이루어지는 곳으로 NESTING 에서 작성된 정반 배열을 기준으로 소조 조립 SET를 구성하여 작업하도록 되어 있다. CRANELESS를 기반으로 각 위치마다 장치화 및 자동화를 추진할 수 있도록 구성되어 있으며 정반이동은 CONVEYOR로 이동 하도록 되어 있다. 주요 설비로써는 SLAT CONVEYOR 1SET, 용접 장치 2SET, 취부장치 1SET로 구성 된다.

5. SET 생산 SYSTEM의 적용시 예상되는 효과

SET 생산 SYSTEM을 당사 적용시 예상되는 효과를 파악하기 위해 당사에서는 실측 50:1의 MODEL을 제작, SIMULATION 한 결과 현재 가공에서 중조립까지의 소요 공기가 평균 7~8일이 소요되던 것이 평균 3~4일로 축소되었고, 공정단계도 GIR+FLOOR 중조의 경우 기존 97 공정에서 59 공정으로 축소되어 38공정 (40% 감소)이 감소되었다.

재공품의 경우에도 종래 월 5900 TON이 S-STOCK되었던 것이 ZERO에 근접하였으며, 생산량 또한 종래 4284 TON/月 에서 7875 TON/月 로 증가되어 평균 83.8%가 증가됨을 알수 있었다.

6. 금후의 과제

이상에서 물류 개선의 개념으로 SET 생산

SYSTEM을 구성, 생산관리 SYSTEM에서의 개선, 또한 CONVEYOR LINE SYSTEM 도입, LAY-OUT 변경을 검토 추진하였으나 본격적인 적용에 앞서 현단계에서의 문제점을 열거하면 다음과 같다.

6-1. 설비의 MAINTENANCE의 문제

SET 생산 SYSTEM의 기본 개념인 小 LOT 생산 방식을 도입하면 공장내 부재의 체류는 급격히 감소될 것이나 이것은 공장 내의 가공 기계와 CONVEYOR 등이 정상적으로 움직일 때에만 실현될 수 있으며, 만일 기계의 일부라도 고장 또는 불안정 상태가 되면 전 LINE에 즉시 영향을 미치는 것을 의미한다. 종래의 각 공정간에는 많은 STOCK가 확보되어 있었으므로 마음의 위안을 줄 수 있었지만 새로운 SET 생산 SYSTEM체제 하에서는 이러한 요소는 사라진 것이다. 이를 위해 종래의 점검보다 더욱 MAINTENANCE에 충실하여야 하며, 그 필요성은 여전히 대두될 것이다.

6-2. 생산 정보의 정확성

SET 계획의 기본인 조기 계획이 면적 대비 BASE로 구성된 관계로 작업량이 정확성이 다소 떨어질 것이며, 이것을 보완하기 위해 계획 단위의 재검토가 필요할 것이다. 이것은 많은 시행착오를 거쳐 정착될 것으로 생각되지만 향후 추진하고 있는 설계 CAD/CAM 설계의 발전과 CIM의 도입으로 해결할 수 있을 것이다.

6-3. 자재의 JIT 관리

SET 생산 SYSTEM의 기본개념인 JIT를 실현하기 위해서는 가공에서 조조립까지의 문제보다도 자재가 적시 적소에 공급이 될 수 있는가에 달려 있다.

결론

SET 생산 SYSTEM의 기본 사상은 조선의 개개 공정의 생산성 향상을 목표로 하는 종래의 생산 SYSTEM 사고 방식에서 탈피하여 생산활동 전반의 TOTAL 생산성 향상을 추구하는 것을 기본 BASE로 출발하였다. 이를 위해 생산 흐름에 기초를 둔 JIT를 기본으로 물류 개선을 실시하였고 이를 바탕으로 생산 관리 SYSTEM개선, 설비 개선, 공장 자동화(F/A)의 도입을 추진하였다. 당사에서 검토한 SET 생산 SYSTEM은 조선에서의 새로운 개념이라고는 생각되지 않는다. 다만 사고 전환의 일부분인 것이다.

향후 한국의 조선업은 세계 제일의 조선업으로 발전시키기 위해서는 무엇보다도 현재의 사고와는 다른 새로운 사고로의 전환이 필요하다. 이에 따른 SET 생산 SYSTEM은 이러한 사고 전환의 한 부분으로 가지는 의의가 크다고 할수 있다.

현재 많은 조선소에서 생산성 향상을 위해 생산 합리화, 자동화 추진에 부단한 노력을 하고 있다. 그러나 대부분의 경우 개개 공정의 생산성을 높이기 위해 노력하고 있지만 전체적 SYSTEM 분석 노력이 부족한 편이다. 따라서 당사의 SET 생산 SYSTEM의 연구는 조선의 합리화, 자동화 추진을 TOTAL SYSTEM적으로 전체 효율을 검토케 해주는 참고 자료가 되었으면 한다.

본 SET 생산 SYSTEM은 안타깝게도 당사 사정(자금부족)으로 현실화 되지는 못했지만, 사고 전환의 기본 BASE가 되었다. 아마도 앞으로 1~2년 이내에는 실현가능하며 합리화 추진 SYSTEM적 연구에 한 예가 될 것으로 생각된다.



김 봉 옥 이사

- 1947년 5월 25일생
- 인하대학교 조선과 졸업
- 현대중공업 조선사업부 기술개발 담당
- 관심분야: 선박제조공법 개발

변 구 근

- 1961년 7월 8일생
- 1983년 부산대학교 조선공학과 졸업
- 1983년 ~ 현재 현대중공업(주) 생산시스템연구실 차장