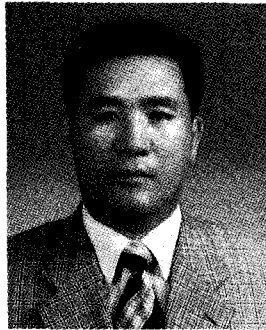


설비공사 공장에서의 전환



유재성/벽산건설(주) 설비부 부장

이 원고는 필자가 지난 90년부터 설비 배관공사의 공장제작화에 관심을 기울여 오던 중 공장 제작화의 필요성 및 장·단점 비교 등을 분석한 것이다. 필자는 또한 공장 제작화가 힘들면 현장에서의 워크 샷 운용도 바람직한 것으로 보고 이를 적극 권장하고 있다.

필자의 이러한 생각은 벽산건설에서의 현장 워크 샷으로 이어져 많은 설비업체의 현장을 워크 샷화 한 장본인이기도 하다 [편집자주]

I. 공장 제작화

1. 서론

다변화 되어가는 생활환경의 변화에 따라 건설공사의 수요가 점차 대형화, 고도화되면서 갈수록 노동력 부족현상이 심화되고 있으나 인건비 상승에 비해 기능도는 떨어져 품질이 저하되는 실정이다.

이러한 변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 가능한 한 모든 공사의 공정을 제조업과 같은 워크 샷(공장)으로의 전환이 필요하다고 본다.

워크 샷 제작은 배관 및 덕트공사의 많은 부

분을 워크 샷에서 제작, 조립, 수압시험을 거쳐 현장에서는 단지 연결, 설치 작업만 하게 되므로 기능인력 수급과 계획생산의 효율적인 운영으로 원가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 균일한 품질의 제품으로 시공 능률 향상과 안전성도도, 노무관리 개선등의 효과를 통해 직·간접적인 건설업의 부가가치를 극대화 할 수 있다.

특히 날로 심각해지는 산업재해를 줄일 수 있고 환경, 공해(소음, 분진) 등으로 인한 시공현장 인근 주민과의 법적 마찰을 최소화하고 도심지에서 작업공간 확보의 어려움을 해소하는데 기대효과가 크다.

이러한 문제등을 고려할 때 워크 샵 운영은 절실히 필요하며 또한 종합건설업체는 협력업체를 이와같은 방향으로 이끌어 나감이 바람직하다고 생각한다.

2. 워크 샵의 장점

(1) 일반 기능공의 숙련화

현장에서는 커팅, 나사, 제단, 운반, 설치등 여건에 따라 임무가 변화하지만 워크 샵에서는 주어진 임무에 단순반복 작업만 하므로 보통 인부가 숙련공으로 전환되어 품질 및 능력이 향상된다.

(2) 기계화로 생산성 향상

커팅, 베벨링, 나사내기, 용접, 조립, 수압 등을 자동으로 처리하므로 일괄적인 처리로 생산기간이 단축된다.

또한 일반 기능공도 작업할 수 있어 수작업 대비 4~5배의 생산 능률 효과가 있다.

(3) 품질 향상

기계화된 공장에서 생산관리에만 치중한 단일공정으로 연속적인 단순작업을 하므로 품질이 향상된다. 특히 자동용접기를 활용하여 제작하면 품질이 우수할 뿐만 아니라 빠른 생산효과도 따른다.

(4) 전천후 시공이 가능

현재는 건축 골조공사가 지연되면 설비공사는 유휴인력을 처리하지 못해 많은 손실이 발생하지만 워크 샵 운영시는 공정 지연에 대하여 완충 역할을 한다.

(5) 공사기간 단축

워크 샵에서 각 분야별로 제작품을 시공현장에 반입하므로써 설치가 간단하여 공사기간을 단축한다.

(6) 하자율의 감소

워크 샵에서 수압시험을 완료한 제품을 현장에서는 조립만 하므로 연결부가 적어 하자발생이 감소한다. 만일 하자가 발생할 경우에도 하

자부위 발견이 쉽고 보수 또한 용이하다. X-RAY 용접도 하자 발생이 없다.

(7) 소음 공해 방지로 대민분쟁 해소

소음, 분진발생등 공해작업은 대부분 공장에서 흡수로 현장에서는 대민분쟁 마찰을 예방할 수 있다.

(8) 공간확보 최대화

현재는 공사 현장에 원자재를 투입 보관, 가공·제작하기 때문에 보관 창고 용지 및 제품의 제조 장소(절단, 용접, 조립, 기타)가 필요하였으나 워크 샵을 운용하게 되면 제작품 현장 투입후 즉시 설치하므로 공사 현장의 가용 공간이 확대된다.

(9) 화재 및 산재발생률 감소

시공에 필요한 인원의 최소화와 단순 설치 공정으로 화재 및 산업재해 발생률을 감소시킬 수 있다.

(10) 공사원가 절감효과

제조 공정의 기계에 의한 자동화로 수작업에 비해 불량률 감소로 원자재 절감효과가 있으며 현장의 제반 직·간접비(전기 및 용수 사용료, 인원관리, 숙소, 공구관리 등) 절감효과가 있다.

3. 워크 샵 단점

(1) 초기의 시설비 투자 부담이 있다.

장비구입, 설치 및 건축비가 규모에 따라 다르나 약 5~6억원이 소요된다.

(2) 운반비 증가

기존에는 원자재를 공사현장에 직접 운반하기 때문에 운반거리가 단축되고 적재량이 많았으나 공장 제작품 운반시는 적재량이 적기 때문에 운반비 지출이 비교적 많을 것으로 예상된다.

4. 협력업체 지원사항

(1) 현재 종합건설업체의 하도급 계약중 상당 부분이 지급자재로 선정이 되는데 가급적 장비류를 제외하고는 일괄 도급형태로 이루어져야 한다.

5. 수동용접 / 자동용접 비교

개소당

규격	수동용접(A)		자동용접(B)		A/B	비고
	PASS	소요시간	PASS	소요시간		
2" PIPE	2	13분	2	6.8분	191%	**수동용접 부산 기라타운 현장기계실 **작업 실측치** 자동용접은 MAGNATCEH사 & DIMETRICS사 실측치
4" PIPE	2	18分	2	9.6분	188%	
평균	2	15.5분	2	8.2분	189%	

2" PIPE & 4" PIPE 기준/1일 10시간 기준

(개소당)

구분	평균용접시간	용접개소	작업율	결함율	고난도작업	간접 소요 시간
수동 ARC용접(A)	15.5분	12	31%	8%	A급 기능공만 가능	SLAG , GRINDING 용접비교환등 으로 많다
자동 TIG용접(B)	8.2분	54	74%	1%	용이함	CONTROLLER SETTING으로 적다

SIZE 별 대비

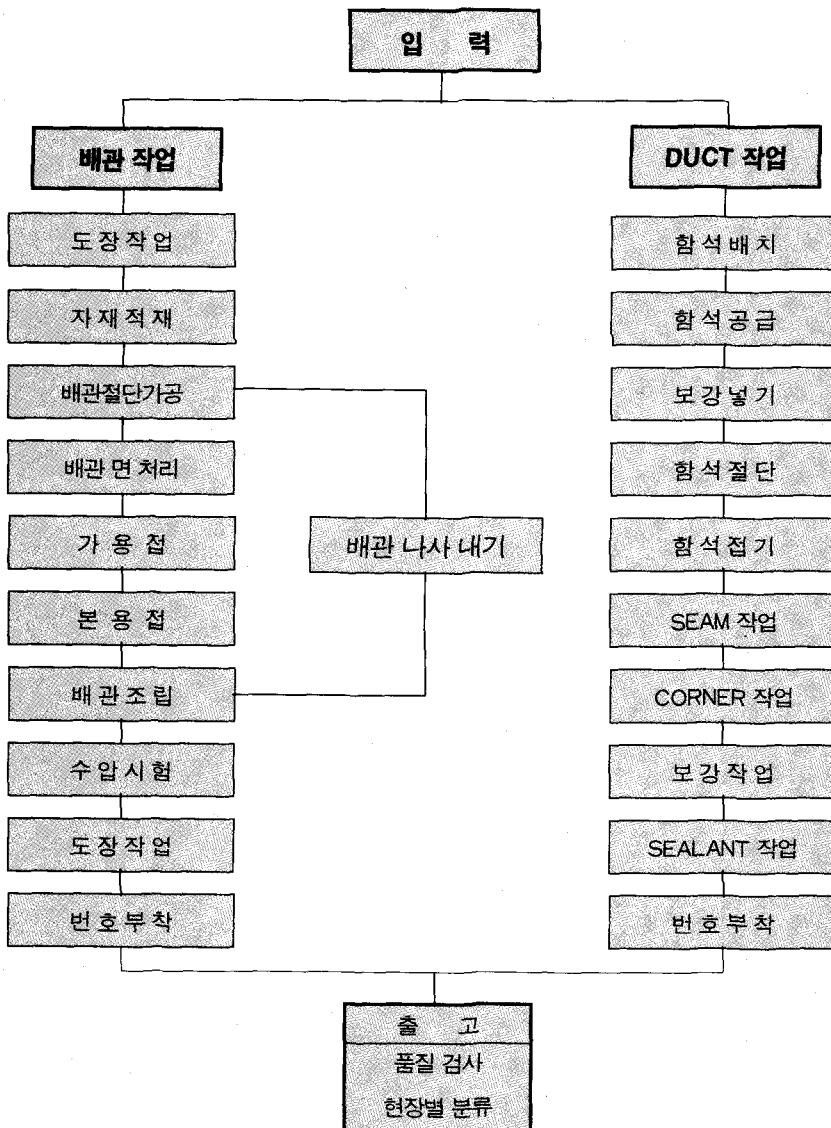
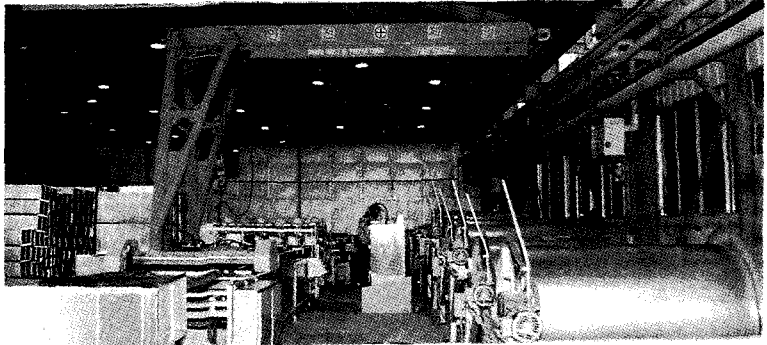
구분	D15	D20	D25	D32	D50	D65	D80	D100	D150	D200	평균
수동용접	62	45	36	30	15	13	11	9	7	5	12.0
자동용접	168	126	102	94	70	58	48	39	28	19	54.0
작업율	217%	280%	283%	313%	467%	446%	436%	433%	400%	380%	450%

6. 덕트 시행 비교표

(M2당/함석 #22 基準)

품명	정부품셈			현장시공시			WORK SHOP 제작시공시		
	수량	단가	금액	수량	단가	금액	수량	단가	금액
제작	0.2541	25,700	6,530	0.216	25,700	5,551	0.050	37,500	1,875
관리비							0.050	37,500	1,875
설치	0.2662	25,700	6,841	0.225	25,700	5,782	0.118	37,500	4,425
보온	0.530	25,000	13,250	0.320	25,000	8,000	0.170	37,500	6,375
기구류	0.125	25,700	3,213	0.115	25,700	2,955	0.070	37,500	2,625
시운전	0.021	25,700	539	0.018	25,700	462	0.012	37,500	450
합계			30,373			22,750			17,625

7. 공장작업 흐름도



8. 공장과 현장 작업량 분류 비율

공 증		보 합 계	보 합	
			공 장 분	현 장 분
아 파 트 공 사	슬 리 브 설 치 공 사	2.45%	0.735%	1.715%
	가 대 설 치 공 사	1.38%	0.710%	0.670%
	입 상 배 관 공 사	10.58%	5.685%	4.895%
	지 하 배 관 공 사	10.57%	6.879%	3.691%
	옥 상 횡 주 관 공 사	1.83%	1.098%	0.732%
	세 대 난 방 배 관 공 사	21.84%	10.502%	11.338%
	세 대 위 생 배 관 공 사	11.86%	6.376%	5.484%
	세 대 위 생 기 구 설 치 공 사	6.49%		6.490%
	세 대 마 감 공 사	2.59%		2.590%
	수 압 공 사	4.08%	0.98%	3.100%
	시 운 전	2.61%		2.610%
	부 속 동 공 사	지 하 주 차 장 공 사	4.44%	3.108%
장 비 설 치 공 사		1.26%		1.260%
중 앙 기 계 실 공 사		5.52%	3.864%	1.656%
펄 프 실 공 사		1.06%	0.724%	0.318%
기 초 C O N C 공 사		0.33%		0.330%
보 온 공 사		11.11%		11.11%
계		100%	40.679%	59.321%

9. 공장화를 위한 주요 장비

(1) 배관장비

NO	품 명	규 격	수 량	용 도	금 액
1	AUTO WELDING M/C	1/2"~24"	1SET	자동용접기	140,000,000
2	AUTO CUTING M/C	220V×15KW	1SET	절단 및 BEVELING	70,000,000
3	PIPE THREAD MACHINE	1/2"~3"	1SET	나사 가공기	9,000,000
4	PIPE BENDER	OIL TYPE	1SET	관곡 가공기	5,000,000
5	PLAZMA CUTTING M/C	24"	1SET	배관절단기	8,000,000
6	ROLLING MACHINE	8T	1SET	철판가공기	3,000,000
7	STEEL TEE DRILL	1/2"~8"	1SET	TEE 가공기	23,000,000
8	PIPE CONNECTER	1/2"~3"	1SET	부속 연결기	8,000,000
9	SAND BLASTER	TD-500D	1SET	녹 제거용	8,000,000
금 액 합 계					₩274,000,000

(2) 덕트 장비

NO	품 명	규 격	수 량	용 도	금 액
1	AUTO DUCT MACHINE		1SET	자동 DUCT제작	190,000,000
2	SEAM MACHINE	피츠버그	1SET	쌈 접기 용	10,000,000
3	CUTTING MACHINE		1SET	FITTING 제단	25,000,000
4	PITZBURGE ROLLER	8 ROLLER	1SET	예비용	5,000,000
5	절단기, 절곡기	8.50자	2SET	예비용	8,000,000
금 액 합 계					₩238,000,000

10. 워크 샷 수의 대비(92년도 기준)

(1) 당사 실행(정부품셈 기준) : 평균 외주율 73%

(2) 노임단가 대비 : 정부노임 ₩26,000 : 시중 노임 ₩37,500 = ₩43.67%

(3) 워크 샷 운영시 실행률 : 부품셈 기준 45.07% × 단가차액 43.67% = 64.75%

(4) 외주율 대비 인건비 절감률 : 64.75% / 73.0% = 88.70% - 100% = 11.29% 절감

(5) 외주율 대비 자재비 절감률 : 자재 LOSS율 감소 = 1.0% 절감

(6) 실행금액 대비 절감률

(자재비 : 인건비 = 50% : 50%) 단위 : 백만원

총외주금액	현재 외주 금액			WORK SHOP 운영시절감액			절감율(%)	비 고
	자재비	인건비	계	자재비	인건비	계		
50억	2,500	2,500	5,000	25	115	140	2.8%	**공장분** 40.68%
80억	4,000	4,000	8,000	40	184	224	2.8%	
100억	5,000	5,000	10,000	50	230	280	2.8%	
120억	6,000	6,000	12,000	60	276	336	2.8%	

11. 결론

WTO 체제에 따라 국내 건설시장의 개방에 따른 경쟁력 확보를 위해서는 한 차원 높은 전문기술 및 시공능력이 필요하고 공사원가 절감을 위한 시공방법이 요구됨에 따라 설비공사를 현장에서 워크 샷(공장)으로의 전환이 절대 필요하다.

따라서 종합건설업체는 협력업체에 워크 샷 기능의 중요성을 인식시키고 실천 가능한 업체

를 모델로 엄선하여 기술, 자금, 관리 등을 집중 지도, 육성하여 협력업체가 독자적으로 시공기술과 원가절감 기법을 개발하여 경쟁력을 확보할 수 있도록 유도하여야 한다.

그러므로써 향후 도래할 국제 개방화 시대의 건설시장에서 보다 발전된 전문성과 시공법을 개발, 축적한 협력업체를 많이 보유한 건설업체가 능동적인 대처를 할 수 있다고 본다.

II. 현장 워크 샷

공장제작화는 공장부지의 확보, 기계장비 구입 등 시간적, 경제적 사전 준비작업이 필요하다

다. 이미 투자를 하고 있는 몇몇 설비업체의 예를 보더라도 족히 3년여는 투자해야 할 것이다.

공장 제작화는 이렇게 시간과 경제적으로 많이 투자되어야 하기 때문에 망설이는 설비 업체들이 많을 것이다.

여기서 필자가 한가지 대안을 제시한다. 제작공정의 공장화가 현실적으로 어려운 상황에 있는 업체들도 품질 및 관리기법이 공장화에 최대한 접근할 수 있는 현장 워크샷을 운영하라는

것이다.

현장 워크 샷은 공장 제작화의 축소 형태로서 우선 현장에서 일할 수 있는 공간만 확보하면 되기 때문이다.

지금까지 건설 현장은 공정의 진행에 따라 현장사무실 및 자재를 놓는 장소의 잦은 이동을 하였다.

그러나 건축 측과 충분히 협의하여 한 공간을 확보, 그곳에서 공정의 진행에 상관없이 작업을 한다면 이미 그 업체는 경쟁력을 확보하는 셈이다.

PPC 파이프를 예로 들자면 현장 워크 샷에서 조립, 수압시험까지 거쳐 시공된다면 현장에서 체계화된 인력관리, 자재손실 등의 낭비를 막을 수 있다.

다음은 필자가 직접 경험한 부산 가락타운 현장에서의 현장 워크 샷 사례를 들고자 한다.

부산 가락타운 현장내 워크 샷에서 급수 급탕과 PPC 배관을 세대별로 제단, 조립, 수압시험, 보온을 한 후에 각 동별 현장에 투입하여 몰탈로 고정하는 공법으로 시공한 결과 인력절감 친

공사 기간 단축 하자 발생의 소지를 줄일 수 있었다.

기존의 경우 세대내 화장실에서 조적 파취후 제단, 조립하여 각 세대별로 수압시험을 하고 있다.

이를 위해 수압기와 물을 계속 이동시키며 공급해야 하는 어려움이 따를 뿐만 아니라 각종 작업공구의 이동, 안전한 수압시험을 확인하기 위해 담당직원이 세대별로 체크해야 하고, 동절기 때는 시험후 완전 배수되지 않아 동파의 염려가 우려되는 등의 단점이 있었다.

이러한 단점을 해소하고자 가락타운 현장에서는 PPC 배관을 벽체에 블럭 홈 컷터로 배관 자리를 파취한 후에 워크 샷에서 세대별로 제단, 조립, 수압시험, 보온후 세대 내에 투입, 몰탈로 마감 설치하는 공법을 적용 시행하였다.

이 방법은 기존의 공법에서 실제 작업 시간보다도 소운반등 부대적인 일에 소요되는 시간이 더 많았던 병폐를 없앴을 뿐만 아니라 작업의 숙련화, 능률화로 품질을 향상시켰으며, 하자 요인 최소화와 현장내에 인원 감소로 안전사고 예방에도 큰 효과가 있었다.

1. 투입 인원 비교

(가락타운 320세대 1개 공구분)

구 분	품 셴 인 원	실투입 인원	대비 %	비 고
배 관 공	52M×0.048M/D×320세대=798.72M/D 798.72M×27,300원=21,805,056원	330M/37,500 =12,375,000원	56.75%	확장실
보 통 인 부	52×0.048M/D×320세대=798.72M/D 798.72M×19,300원=15,415,296원	325M/D×37,500 =12,187,500원	79.06%	급수 급탕
보 온 공	52M×0.050M/D×320세대=832.00M/D 832M/D×25,000원=20,800,000원	320M/D×37,500 =12,000,000원	57.69%	배관
계	2,429.44인 =58,020,352원	975명×37,500원 =36,562,500원	63.02%	

2. 하자건수 비교

(가락타운 320세대 1개 공구분)

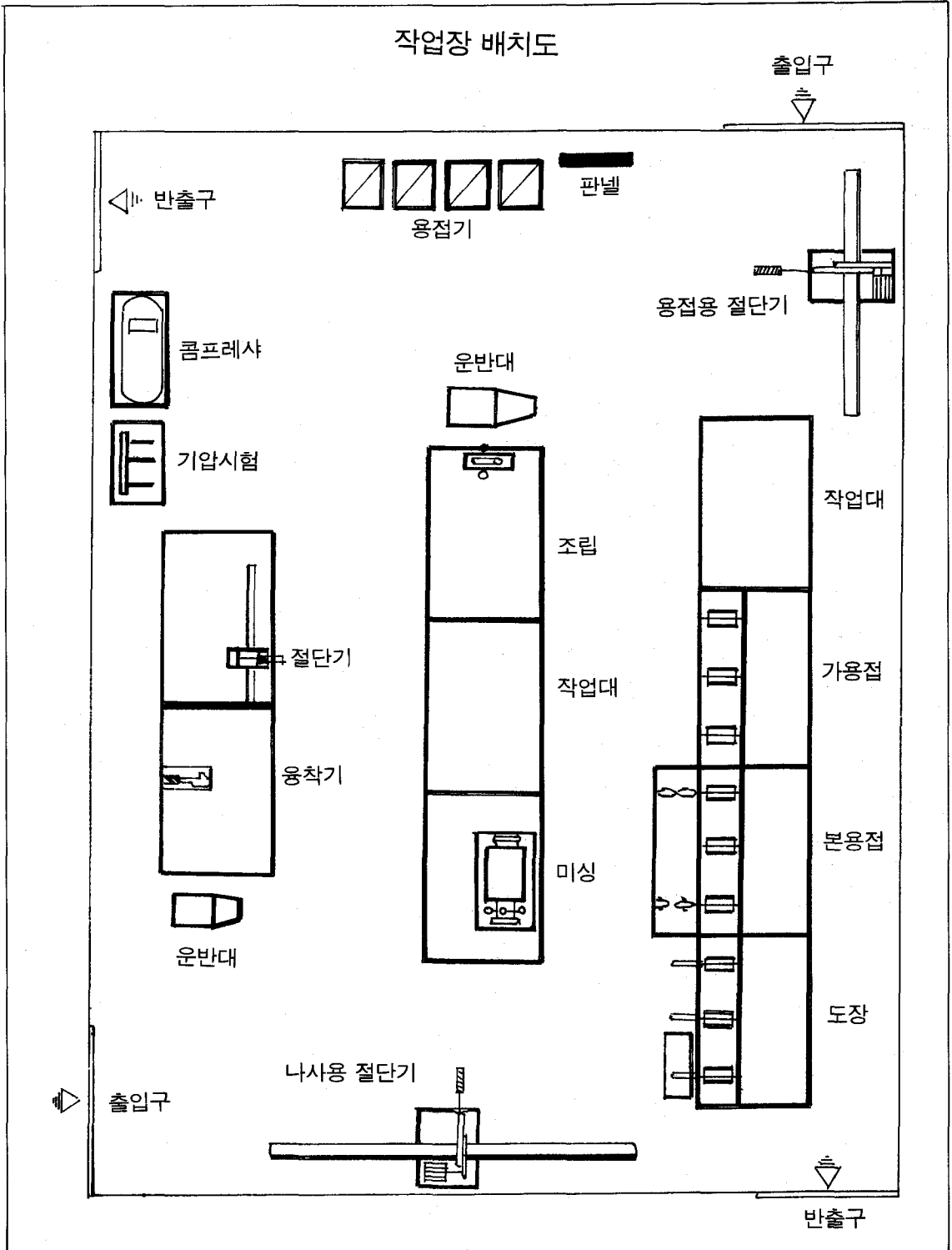
구 분	제작설치후	시운전후	계	비 고
공 장 운 영	4개소	2개소	5개소	제작설치후 : 타일시공전 시운전후 : 타일시공후
현 장 시 공	23개소	5개소	28개소	
1공구 공장제작(320세대) **4공구 현장제작(320세대)***				

PIPE 제작설치품 (아파트기준)

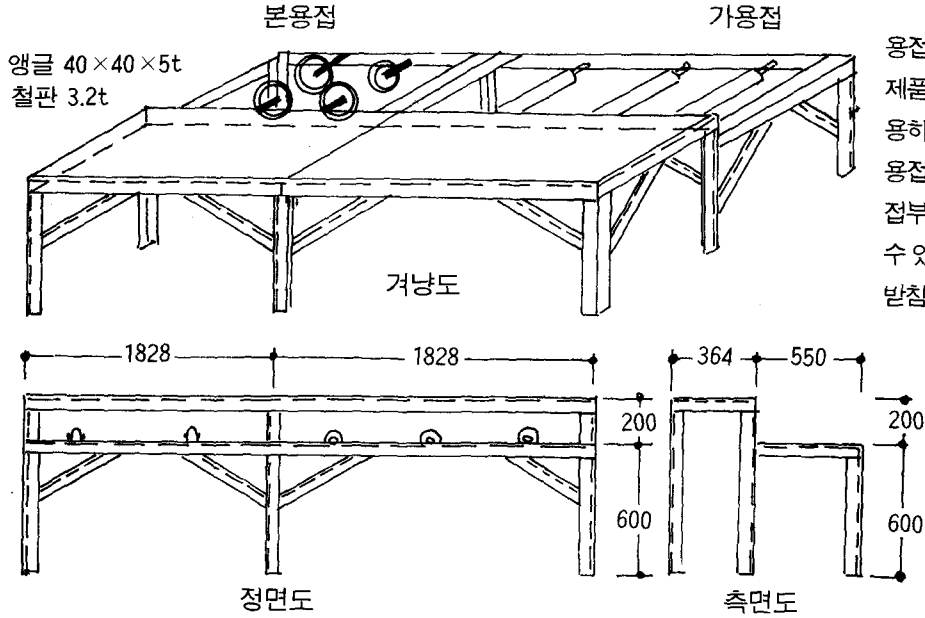
적부노임단가 : 배관인 27,300 보행인부 : 19,300 * 실제노임 : 37,500, 92년 기준

구분	φ15	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ65	φ80	φ100	φ125	φ150	φ200
정부품질(배관공)	0.106000	0.116000	0.147000	0.183000	0.200000	0.248000	0.328000	0.372000	0.485000	0.588000	0.700000	0.977000
(보통인부)	2.894	3.167	4.013	4.996	5.460	6.770	8.954	10.156	13.241	15.506	19.110	26.672
(합계)	0.028000	0.028000	0.037000	0.045000	0.056000	0.063000	0.082000	0.092000	0.121000	0.142000	0.175000	0.244000
	502	540	714	869	1,081	1,216	1,583	1,776	2,335	2,741	3,378	4,709
	0.132000	0.144000	0.184000	0.228000	0.256000	0.311000	0.410000	0.464000	0.606000	0.710000	0.875000	1.221000
	3,396	3,707	4,727	5,865	6,541	7,986	10,537	11,932	15,576	18,247	22,488	31,381
1. 자재하차, 적재	0.000079	0.000986	0.000110	0.000137	0.000154	0.000187	0.000246	0.000278	0.000364	0.000426	0.000525	0.000733
2. 공장 자재관리	0.000066	0.000072	0.000092	0.000114	0.000128	0.000156	0.000205	0.000232	0.000303	0.000355	0.000438	0.000611
3. 자재 공장 소운반	0.000132	0.000144	0.000184	0.000228	0.000256	0.000311	0.000410	0.000464	0.000606	0.000710	0.000875	0.001221
4. 녹막이(페인트)	0.000119	0.000130	0.000166	0.000205	0.000230	0.000280	0.000369	0.000418	0.000545	0.000639	0.000788	0.001099
5. 자재단, 컷팅	0.000264	0.000288	0.000368	0.000456	0.000512	0.000622	0.000820	0.000928	0.001212	0.001420	0.001750	0.002442
6. 나사나기	0.000198	0.000216	0.000276	0.000342	0.000384	0.000466						
7. 테포롤감기	0.000066	0.000072	0.000092	0.000114	0.000128	0.000156						
8. 나사조립	0.000528	0.000576	0.000736	0.000912	0.001024	0.001244						
9. 용접조립							0.020500	0.023200	0.030300	0.035500	0.043750	0.061050
10. 압력시험	0.000528	0.000576	0.000736	0.000912	0.001024	0.001244	0.001640	0.001856	0.002424	0.002840	0.003500	0.004884
11. 녹막이(페인트)	0.000092	0.000101	0.000129	0.000160	0.000179	0.000218	0.000287	0.000325	0.000424	0.000497	0.000613	0.000855
12. 자재분류포장	0.000119	0.000130	0.000166	0.000205	0.000230	0.000280	0.000369	0.000418	0.000545	0.000639	0.000788	0.001099
13. 자재구분적재	0.000132	0.000144	0.000184	0.000228	0.000256	0.000311	0.000410	0.000464	0.000606	0.000710	0.000875	0.001221
14. 자재상차	0.000119	0.000130	0.000166	0.000205	0.000230	0.000280	0.000369	0.000418	0.000545	0.000639	0.000788	0.001099
15. 소계(공장분)	0.002442	0.002665	0.003405	0.004218	0.004735	0.005755	0.025625	0.029001	0.037874	0.044375	0.054690	0.076314
16. 스리브 및 인서트	0.005280	0.005760	0.007360	0.009120	0.010240	0.012440	0.016400	0.018560	0.024240	0.028400	0.035000	0.048840
17. 자재현장차차	0.000198	0.000216	0.000276	0.000342	0.000384	0.000466	0.000615	0.000696	0.000909	0.001065	0.001313	0.001832
18. 자재현장소운반	0.000330	0.000360	0.000460	0.000570	0.000640	0.000777	0.001025	0.001160	0.001515	0.001775	0.002188	0.003063
19. 자재현장설치	0.013200	0.014400	0.018400	0.022800	0.025600	0.031100	0.041000	0.046400	0.060600	0.071000	0.087500	0.122100
20. 시운전(10%)	0.002145	0.002340	0.002990	0.003705	0.004160	0.005054	0.008467	0.009582	0.012514	0.014662	0.018069	0.025214
21. 소계(현장분)	0.021153	0.023076	0.029486	0.036537	0.041024	0.049837	0.067507	0.076398	0.099778	0.116902	0.144070	0.201039
22. 합계	0.023595	0.025741	0.032891	0.040755	0.045759	0.055592	0.093132	0.105399	0.137652	0.161277	0.198760	0.277393
23. M/D에 의한 정품대비	23.23	23.23	23.23	23.23	23.23	23.23	29.52	29.52	29.52	29.52	29.52	29.52
24. 장비감가상각비 및 운반비	39.72	39.70	39.79	39.74	39.99	39.80	50.54	50.40	50.54	50.54	50.54	50.54

작업장 배치도

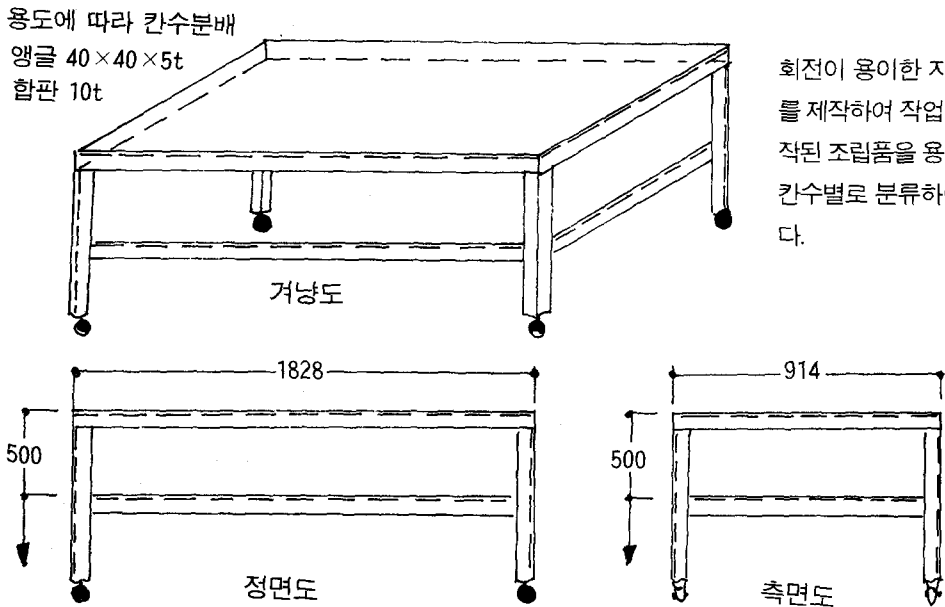


용접 작업대



용접작업대는 고무 제품의 받침대를 사용하여 가용접과 본용접의 연결 및 용접부위를 쉽게 바꿀 수 있도록 고무롤러 받침대를 이용한다.

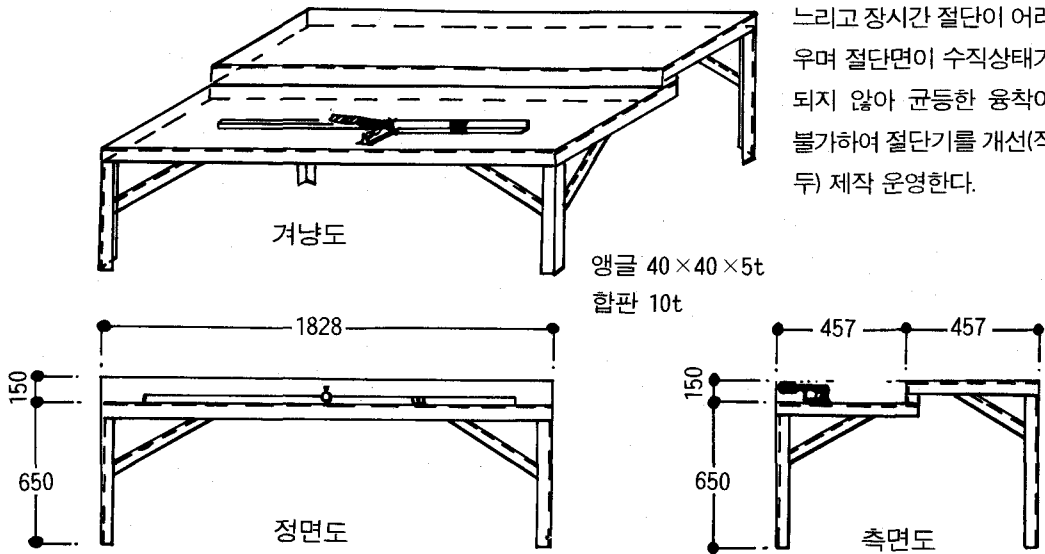
자재 선반대



회전이 용이한 자재선반대를 제작하여 작업장에서 제작된 조립품을 용도에 따라 칸수별로 분류하여 정리한다.

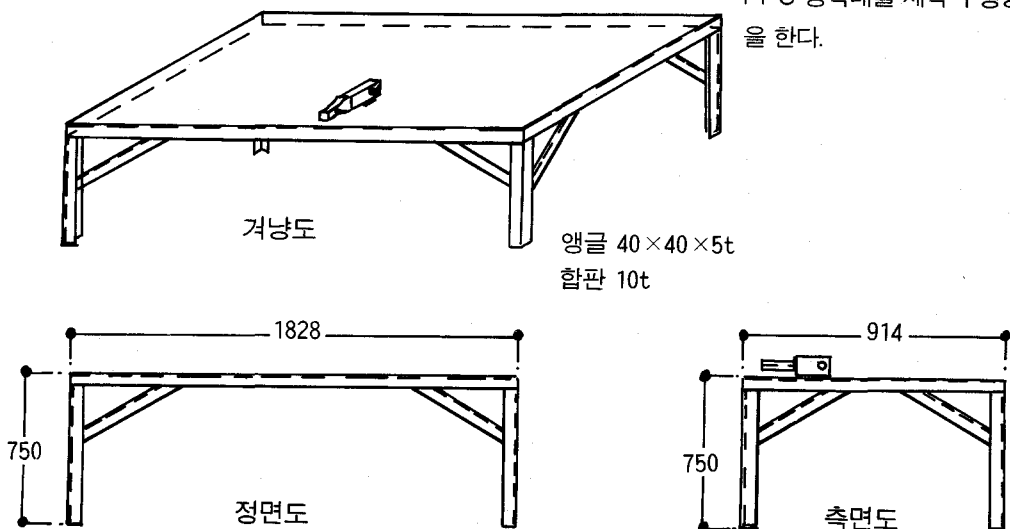
절단기 작업대

기존 제품으로 나오는 PPC 절단기는 절단속도가 느리고 장시간 절단이 어려우며 절단면이 수직상태가 되지 않아 균등한 용착이 불가하여 절단기를 개선(작두) 제작 운영한다.

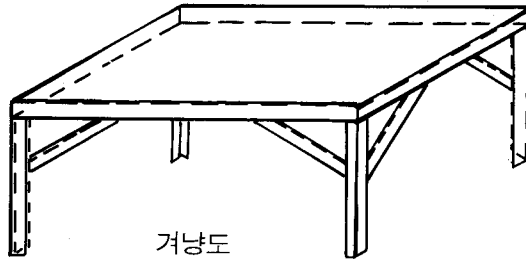


용착기 작업대

신체구조상 가장 편안히 앉은 상태에서 용착을 할 수 있도록 PPC 용착대를 제작 수평용착을 한다.

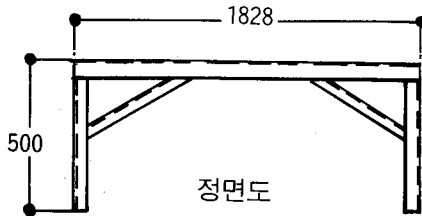


도장작업대

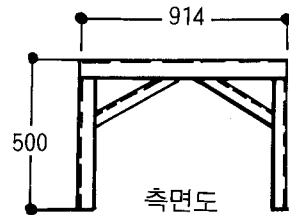


앵글 40×40×5t
합판 10t

겨냥도

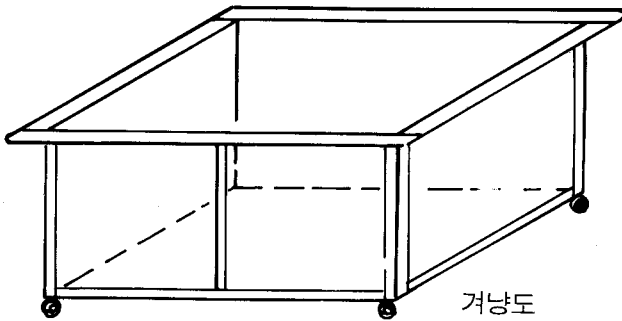


정면도



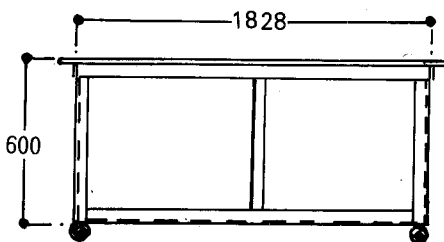
측면도

기압수조

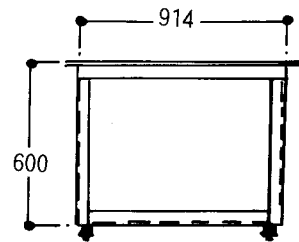


앵글 40×40×5t
철판 3.2t

겨냥도



정면도



측면도