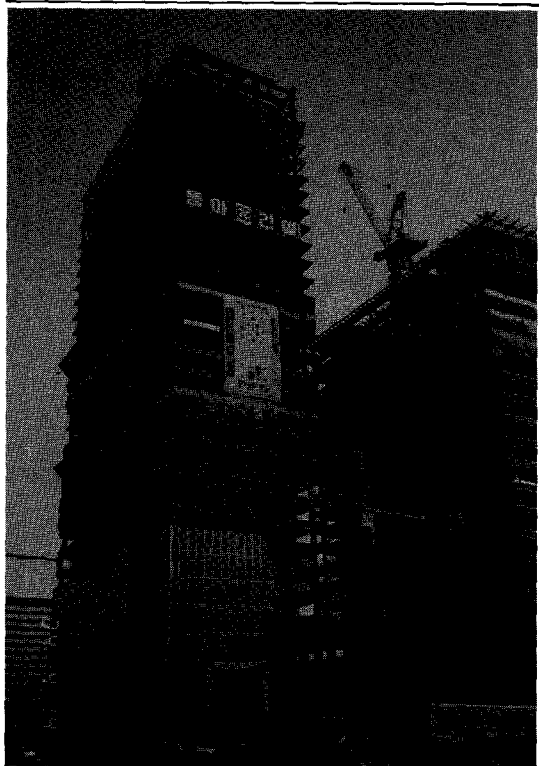


# RUPS의 현장적용에 대한 연구



조사대상건물 (30층:1동, 20층:1동)

원영재/동양고속(주) 설비부

본 연구는 RUPS 현장 적용시 시공과정에서의 문제점을 파악하고 이에 대한 개선책을 연구하여 일반설비시공자들이 RUPS공법을 채택하고 우수한 설비시공을 하기 위한 기초자료를 제시하는데 목적이 있다.

## III. RUPS 現場適用時 問題點 導出 및 改善策

### 1. 概要

본 조사는 최근 국내에 도입되어 현재 시공중에 있는 현장을 대상으로 RUPS 공사를 감독하고 있는 감독관과 직접 시공을 맡고 있는 시공책임자와의 면담과 설문을 통하여 RUPS 시공시 문제점을 도출하고 개선책을 제시하고자 하였다.

### 2. 도출방법 및 범위

도출을 위한 현장조사는 2차에 걸쳐서 실시하였다. 1차는 현재 시공되고 있는 건설 현

장 6개 현장<표 2-1 참조>을 대상으로 건설회사설비담당 30명, 시공업체 시공담당자 65명, 발주처 및 관계연구원 5명, 총 100명을 대상으로 설문조사 및 현장조사를 통하여 유니트의 주문 및 공장 제작의 문제점과 운반 및 시공의 문제점, 그리고 시공후 유지관리에 대한 문제점을 도출하였으며, 2차는 D건설현장과 S건설현장을 대상으로 후렌지와 용접이음의 비교를 통하여 시공면, 경제면, 품질면, 안전면, 공기면에 대한 분석을 하였으며 이에 대한 개선책을 제시하였다.

이것을 분야별로 분류해보면 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> Classification of investigative Items

구분	조사항목	관련항목					비고
		시공면	경제면	품질면	안전면	공기면	
1. 주문 및 공장제작시 문제점	1) 공장주문 및 반입 시기 2) 제작시설비 투입 3) 공장제작 검토시 유의사항						
2. 유니트의 운반 및 시공중 문제점	1) 차량에 적재 및 하차시 2) 현장으로 운반도중 3) 현장도착후 소프트 까지 이동시 4) 유니트의 하강 작업시 5) 유니트의 상관관보의 용접시 6) 안전관리상						
3. 시공후 유지관리상의 문제점	1) 시공후 하자발생 부위 2) 유니트의 시공중 품질의 저해요인 3) 후현지와 용접이음 비교 4) 부속연결작업시 하자발생						

3. 問題點 導出

3-1. 주문 및 공장제작시 문제점

주문 및 공장에서 제작시 문제점에 대한 사항으로는 공장 주문 및 반입시기에 대한 사항과 제작 시설비 투입에 관한 사항, 그리고 공장 제작 검토시 유의사항에 대하여 분석하였다. 세부항목별 조사내용은 다음과 같다.

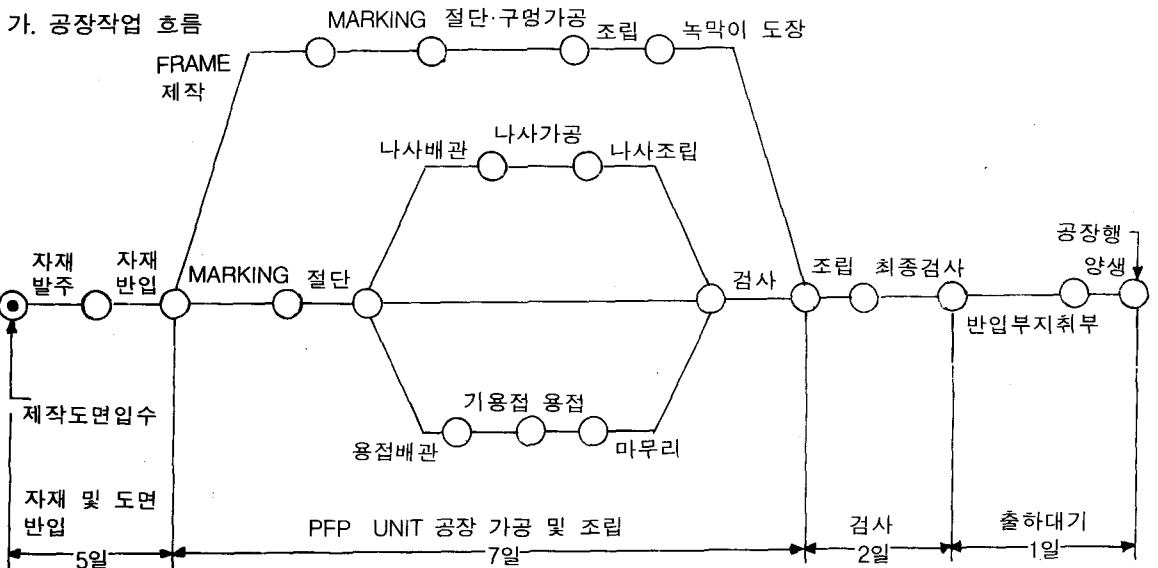
3-1-1. 공장 주문 및 반입 시기

RUPS 공장작업의 제작 공정은 자재발주를 거쳐 공장으로 자재가 반입되는데 소요되는 시간이 약 5일 정도 걸리며 후레임(FREAM) 제작 및 절단작업 그리고 용접배관과 조립 및 녹막이 도색을 하여 검사까지의 공정이 약 7일정도 소요되는 것으로 나타났다.

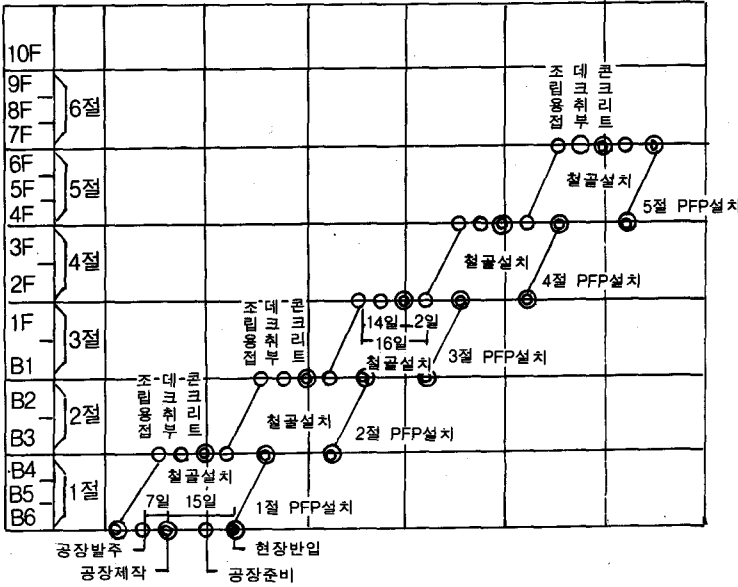
또한 배관의 부속과 직관을 연결 조립하여 최종검사까지는 약 2~3일 정도 소요되며 끝으로 자재의 운반시 뒤틀림에 대한 보강앵글 및 잔손보기 마감에 1일 정도가 소요되므로 전체 공정으로 보면 자재발주를 거쳐 공장출하까지는 약 15일 정도 소요되는 것으로 나타났다.

그리고 건축공사는 철골조립과 데크설치 및 콘크리트 타설까지의 공정이 1절을 기준 하였을때 약 16일 정도 소요되는 것으로 나타났다.

따라서 건축골조공사와의 공정협이가 긴밀하게 이루어지지 않았을 때는 유니트의 현장 도착 지연으로 인한 건축공사 진행에 대한 문제와 또한 유니트의 조기 반입이 되었을 때는 현장에 야적할 수 있는 작업공간의 확보가 필요한 것으로 나타났다.



나. RUPS와 건축공정과의 비교



3-1-2. 제작 시설비 투입

RUPS의 공장 제작시 문제점으로는 장비류 확보와 기타 주 보조재료비 등의 시설비투입에 소요되는 비용이 높은 것이 문제점으로 나타났다. RUPS시공에 투입되는 장비 확보에 대한 문제점을 보면 다음과 같다.

구분	기존 방식	RUPS 문제점	비고
1. 장비류	1. 기성품 사용 2. Arc 용접기 3. 산소용접기 4. 일반커터기	1. 자동절단기 2. 유압자동 절단기 3. 산소용접기 4. 반자동용접기 5. T-DRILL 6. OVER HEAD CRANE 7. 기타 소정비(용접기류, 수공구 등) 8. 지게차(운반용)	
2. 주 보조재료	1. 강관류(배관, 축관, SUS관) 2. 페인트 3. 밸브류 4. 엑스펜슨 조인트 5. U-BOLT NUT 6. 앵글류 등 7. 기타(부속류)	1. 강관류(배관, 축관, SUS관) 2. 철관 3. PAINT 4. VALVE류 5. 방진스프링 6. 엑스펜슨 조인트 7. 찬널 8. U-BLOT NUT 9. 기타(부속류)	
3. 공장부지 (제작장)	1. 현장내 아적장 및 작업장 이용	1. 프레임 제작장, 가대작업장 및 보관장소	

3-1-3. 공장 제작 검토시 유의사항

RUPS의 공장 제작을 위해서는 기본적으로 건축도면과 구조도면 그리고 설비관련도면 및 기계설비 시방서와 타워 크레인의 배치도를 검토하고 또한 유니트를 현장에 반입시 차량의 인입 동선등을 반드시 검토해야한다. 이에 대한 상세계획을 살펴보면 <표 3-2>와 같다.

3-2. 유니트의 운반 및 시공중 문제점

유니트의 운반 및 시공중 문제점 도출에 관한 사항으로는 차량에 적재 및 하차시 발생하는 문제점과 현장으로 운반 도중, 그리고 현장도착후 샤프트까지 이동시, 하강(안착) 작업시,상판과

<표 3-2> Mindful Items of Investigation for Prefabrication

검토사항	검토시 유의사항
1. 철골도면 및 건축마감도면	1. 철골절수에 맞춰 RUPS절수를 확정한다. 2. 철골과 마감도면 상의 샤프트내부 치수를 파악하고 RUPS 치수를 샤프트 내부 규격보다 각 방향향으로 50mm이상 작게한다. 3. 바닥마감을 참조하여 추후 콘크리트 타설마감 또는 철판마감 여부를 결정한다.
2. 시공도 작성	1. 각 배관의 용도별 배관 종류를 확인한다. 2. 기본설계의 입상관 배열과 평면 배열을 확인하고 조운(ZONE)별 분류를 확인한다. 3. 방진 및 엑스펜슨 조인트 설치위치를 확인하고 조정한다. 4. 3개층을 1개절로 하되 최상부배관의 작업성을 고려하여 바닥에서 1m이상 높게 설치할 수 있도록 한다. 5. SLEEVE의 규격은 배관보다 2단계 큰 규격으로 선정하여 후속작업인 보온 및 충격이 작업을 고려한다.
3. 제작작업	1. 후레임(FRAME)의 절단시 산소를 사용하면 열에 의한 변형이 발생하여 오차가 생길 수 있으므로 유압자동절단기 등을 사용하여 변형을 방지토록 한다. 2. MAIN FRAME에 철관용접시는 소방법상 방화구획을 고려하여 전체를 용접한다. 3. 배관분기는 TEE사용과 T-DRILL에 의한 가공 PLAZMA CUTTING에 의한 Grooving 가공 방법으로 혼용 사용한다.



비틀림 방지용 후레임과 후렌지의 연결 부위

보의 용접 작업시 발생하는 문제점들이 시공면, 경제면, 품질면, 안전면, 공기면에 있어서 관련성 여부를 조사하였다.

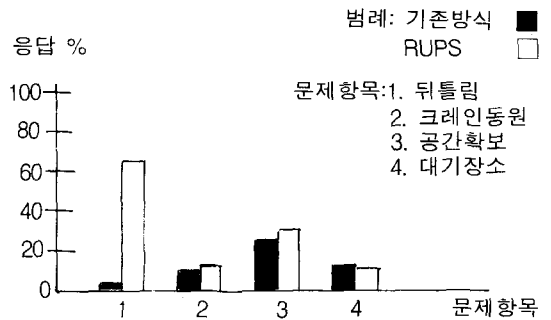
세부항목별 조사내용은 다음과 같다.

3-2-1. 차량에 적재 및 하차시 문제점

유니트를 차량에 적재하고 하차할 때에 발생하는 문제점으로는 <그림 3-1>에서 보는 바와 같이 장비나 공구로 유니트를 들어 올려야 하므로 상·하차시 유니트의 뒤틀림에 대한 문제가 52%로 가장 크게 나타났으며, 이는 RUPS 설치면의 마감작업에 영향을 주기 때문에 시공면과 품질면에도 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 하차시 현장 주변의 공간확보에 대한 문제도 30%로 나타났다. 이것은 협소한 현장 공간의 공간활용을 위한 시공면의 중요한 요소로 나타났으며 기존방식에서도 25%로 중요한 문제라 할 수 있다. 그리고 하차시 크레인의 동원문제 9%, 현장 도착후 대기장소 문제도 9%로 나타났으며, 이는 크레인의 임대비용이 경제면에 문제가 있는 것으로 나타났다.

조사항목	조사결과 문 제 점	응답(%)		관 련 항 목					
		기존방식	RUPS	시공면	경제면	품질면	안전면	공기면	
1. 차량 적재 및 하차시	1) 적재시 유니트의 뒤틀림	2	52	●	△	○	×	×	
	2) 하차시 크레인의 동원	8	9	○	○	×	×	△	
	3) 하차시 현장주변의 공간 확보	25	30	○	×	×	△	×	
	4) 현장 도착후 대기장소	10	9	△	×	×	×	×	

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-1> Points at Issue during Loading and Getting down Units of RUPS

3-2-2. 현장으로 운반중 문제점

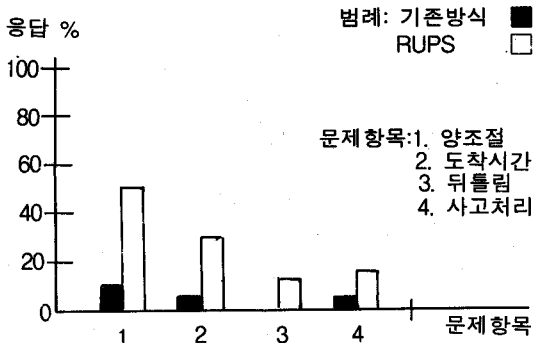
공장에서 현장으로 운반중 발생하는 문제점으로는 트레일러나 대형트럭으로 일시에 많은 양을 운반하다 보니 설치시 특히 시공면에 매우 중요한 영향을 초래한다고 사료된다.

가장 큰 문제점으로는 유니트의 양조절에 대한 문제점이 46% 나타났는데 이는 적재할 수 있는 차량규제에 의한 문제와 적재시 유니트의 자체변형으로 안착시 수평유지에 대한 어려움이 있는 것으로 시공면에 매우 중요하다고 하겠다. 그리고 도착시간에 대한 문제는

30%로 나타났으며 이것은 유니트의 현장반입 후 야적할 수 있는 현장 공간상의 여유가 없으므로 공기조정으로 적기에 투입할 수 있는 공기면에 대한 문제가 있는 것으로 나타났다.<그림 3-2 참조>

조사항목	조사결과 문 제 점	응답(%)		관 련 항 목					
		기존방식	RUPS	시공면	경제면	품질면	안전면	공기면	
2. 현장으로 운반 도중	1) 유니트의 양조절	10	46	●	△	△	△	○	×
	2) 도착시간	5	30	△	×	×	×	×	×
	3) 유니트의 뒤롤림	0	11	△	△	△	×	×	×
	4) 수송시 사고처리	5	13	×	△	×	○	×	×

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-2> Points at Issue during Carrying Units of RUPS to Construction Field

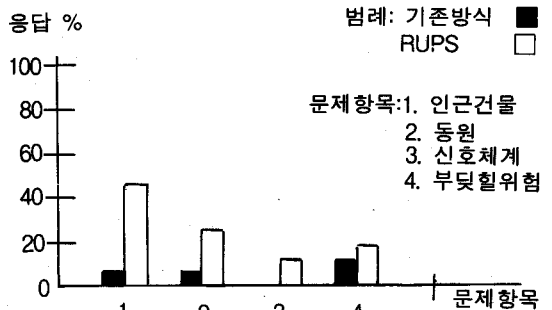
3-2-3. 현장도착후 샤프트까지 이동시 문제점

유니트의 현장도착후 설치위치인 샤프트까지 이동시 발생하는 문제점에 대해서는 <그림 3-3>에서 보는 바와 같이, 도심지 공사의 가장 큰 문제는 현장 주위상황의 장애물(전주 및 인근건물) 문제가 43%로 가장 많이 나타났으며 이는 유니트를 들어 올릴 때 주위 장애물에 의한 시공지연 및 위험이 따르므로 시공면과 안전면에 매우 중요한 문제라 할 수 있다. 그리고 타워크레인의 동원문제가 28%, 설치건물에 부딪힐 위험에 대한 문제가 20% 나타났으며 이것은 크레인을 임대하기 위한 임대비로서 경제면에 영향을 미치는 것과 부딪힘으로 인한 유니트의 변형과 파손 즉 품질면에 문제가 발생할 수 있는 것으로 나타났다.

다. 또한 이것은 기존방식에서도 리프트-카나 크레인으로 이동시에도 건물이나 장애물에 걸릴 위험이 있는 것으로 나타났다.

조사항목	조사결과 문 제 점	응답(%)		관 련 항 목					
		기존방식	RUPS	시공면	경제면	품질면	안전면	공기면	
3. 현장도착 후 샤프트까지 이동시	1) 주위의 장애물(전주 및 인근건물)	5	43	●	×	△	○	△	
	2) 타워크레인의 동원	5	28	△	○	×	×	△	
	3) 작업자간의 상호체계	0	9	△	×	×	△	×	
	4) 설치건물에 부딪힐 위험	10	20	△	×	○	△	×	

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-3> Points at Issue during Carrying Units of RUPS to Pipe Shaft

3-2-4. 유니트의 하강시 문제점

유니트의 하강(조립)시 현장에서 가장 큰 문제점으로 나타난 사항으로는 <그림 3-4>에서 보는 바와 같이 유니트의 건축골조면에 부딪힐 위험에 대한 문제가 45%로 나타났으며 이는 유니트의 부딪힘으로 제품변형으로 인한 품질면과 시공시 바닥마감과의 연결작업, 그리고 이것을 수정하기 위하여 투입되는 손실에 의한 경제면에 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

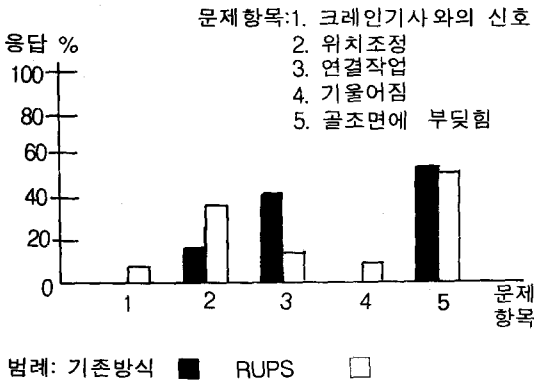
또한 유니트의 설치위치 조정의 문제도 35%로 나타났으며 이는 빠르게 장착, 연결할 수 있는 시공속도 즉 시공면에 중요하다고 할 수 있다. 그리고 기존방식에서는 후렌지의 연결작업사 문제가 40%로 가장 큰 것으로 나타났다. 이것은 고층작업으로 인한 배관의 수직

## RUPS의 현장적용에 대한 연구

유지와 시공후 연결부위의 하자발생이 많은 관계로 특별한 주의가 필요한 것으로 나타났다.

조사항목	조사결과 문 제 점	응답(%)		관 련 항 목				
		기존방식	RUPS	시공면	경제면	품질면	안전면	공기면
4. 유닛의 하강 (조립) 시	1) 크레인 기사와의 신호	0	5	△	×	×	△	×
	2) 설치위치 조정	15	35	○	×	×	×	×
	3) 후렌지의 연결작업	40	10	×	×	○	×	△
	4) 안착시 기울어짐	0	5	△	×	×	×	×
	5) 건축골조면에 부딪힘	50	45	○	△	●	○	×

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-4> Points at Issue during Getting down Units of RUPS

### 3-2-5. 유닛의 상판과 보의 용접시 문제점

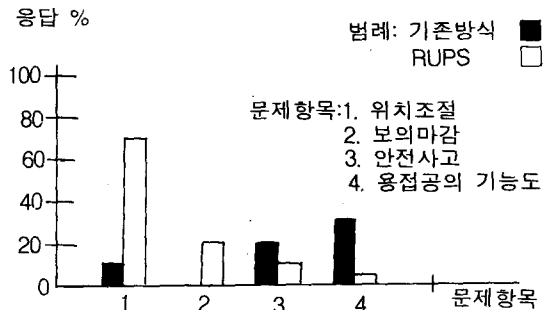
유닛의 상판과 보의 용접시 발생하는 문제점에 대한 설문에서는 <그림 3-5>과 같이 유닛의 장착 위치까지의 조정의 어려움이 69%로 시공면에 매우 중요한 것으로 나타났으며, 뒤틀림으로 인한 보와의 마감에 대한 문제도 20%로 품질면에 영향이 있는 것으로 나타났다.

그리고 기존 방식에서는 용접작업시 용접공의 기능도 문제에 의한 품질면에 문제가 있다고 30%가 중요한 것으로 나타났으며 또한 고층작업으로 인한 안전사고의 위험이 많아 작업에도 불편이 있다고 응답한 수도 20%로 나타났다. 따라서 유닛의 상판과 보의 용접시 가장 문제가 되는 것은 장착위치까지의 조

정문제이므로 설치시 비계공과 배관공 그리고 타워크레인과의 신중한 신호체계가 필요한 것으로 나타났다.

조사항목	조사결과 문 제 점	응답(%)		관 련 항 목				
		기존방식	RUPS	시공면	경제면	품질면	안전면	공기면
5. 유닛의 상판과 보의 용접시	1) 유닛의 장착 위치까지 조정	10	69	●	×	△	×	△
	2) 뒤틀림으로 인한 보와의 마감		20	△	×	○	×	△
	3) 고층작업으로 인한 안전 사고		20	△	×	×	○	×
	4) 용접공의 기능도		30	4	×	×	○	×

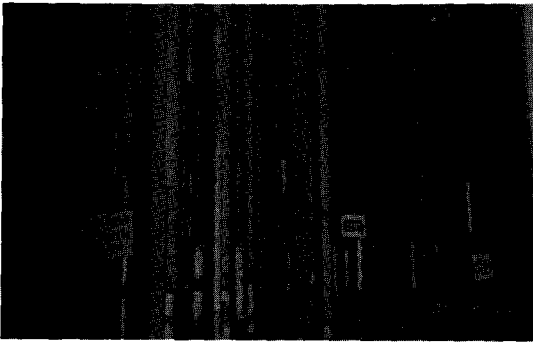
●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-5> Points at Issue during Welding Floor Panel of Rups to Beam of Structure

### 3-2-6. 안전관리상 문제점

유닛을 샤프트에서 하강작업시 사고발생의 가장 큰 위험 요인에 대한 설문조사에서는 샤프트 주변의 바닥마감이 되지 않고 급히 하강시 사고위험이 62%로 가장 많이 나타났으며, 이는 기존방식에서도 30%로 나타날 정도로 공정진행의 마감상태가 안전에 큰 위험요인을 초래하고 있는 것이다. 그리고 하강작업시 건물구조체에 유닛의 부딪힘 문제가 18%로 나타났으며, 이것은 품질면에서도 영향이 있는가 하면 비계공이나 배관공의 안전면에도 큰 작용을 하고 있는 것으로 나타났다. 끝으로 RUPS의 작업의 이해도 부족에서 오는 기능공들의 안전상태도 10%로 문제가

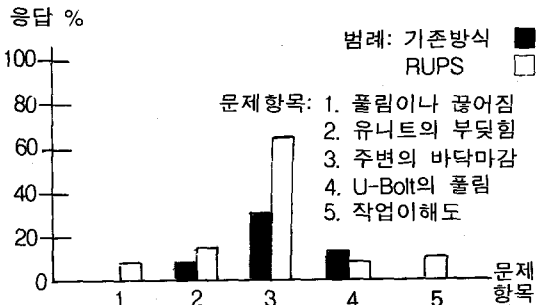


신축흡수 위한 익스펜션 조인트 설치

된다고 나타났으며 이것은 시공흐름과 작업 방법을 알고 있다면 안전에도 더 효과적인 것으로 시공면에도 관계가 있다고 나타났다. (그림 3-6 참조)

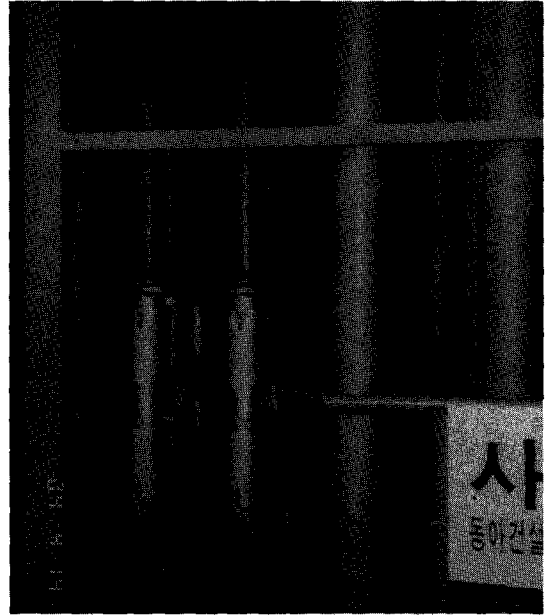
조사항목	조사결과 문제점	응답(%)		관련항목				
		기존방식	RUPS	시공면	강제면	통질면	안전면	공기면
6. 유닛의 하강 작업 시	1) 와이어의 풀림이나 끊어짐	-	5	×	×	×	△	×
	2) 건물 구조체에 유닛 부딪힘	10	18	○	×	△	△	×
	3) 샤프트 주변의 바닥 마감	30	62	△	×	×	○	△
	4) U-BOLT의 풀림	10	5	△	×	×		×
	5) 기능공의 작업 이해도	-	10	○	×	×	○	△

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-6> Points at Issue during Working to Fix the Units of RUPS

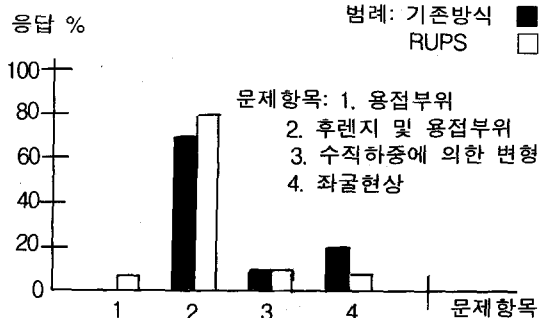
3-3. 시공 후 유지관리상의 문제점  
RUPS의 시공후 유지관리상의 문제점에 대



한 사항으로 시공후 하자발생의 유닛의 시공중 품질의 저해요인 그리고 후렌지이음과 용접이음의 비교와 부속(Tee)의 연결작업시 문제점을 도출하였다.

조사항목	조사결과 문제점	응답(%)		관련항목				
		기존방식	RUPS	시공면	강제면	통질면	안전면	공기면
2. 시공후 발생	1) 유닛 자체의 용접부위	0	4	×	×	△	×	×
	2) 현장조립의 후렌지 및 용접부위	70	81	△	○	●	△	○
	3) 스프링방진 및 수직하중에 의한 변형	10	10	×	△	△	×	×
	4) 유닛의 수직하중에 의한 좌굴현상	20	5	△	×	○	×	△

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다



<그림 3-7> Defects after Construction

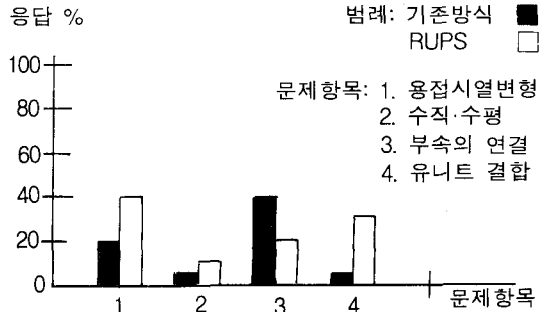
3-3-1 시공후 하자발생

시공후 하자발생의 우려가 가장 많이 발생 되는 부분에 대한 설문에서는 후렌지 및 용접 작업의 현장조립시 부주위와 미숙으로 인한 하자발생이 된다고 81%로 나타났으며, 이는 유니트 시공의 품질면에 매우 중요한 문제라 할 수 있으며 또한 제품의 누수로 인한 보수 비용의 경제적 손실을 가져올 수도 있는 문제이기도 하다. 그리고 기존방식에서도 연결부위의 후렌지나 용접부위에 대한 하자위험이 가장 많은 것으로 70%가 응답하였다. 끝으로 입상배관후 배관의 수직이 맞지 않은 관계로 좌굴현상이 생기는 문제도 기존방식에서 20%로 이것은 품질면에 매우 중요한 요인 뿐만 아니라 시공면에도 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. <그림 3-7 참조>

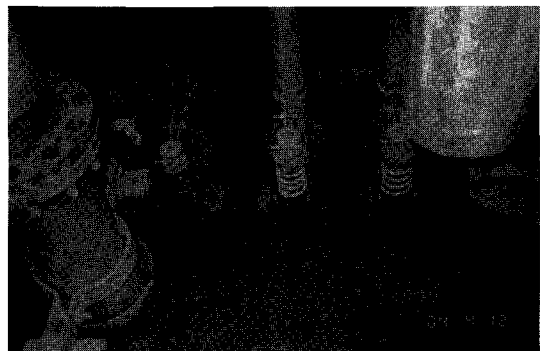
3-3-2. 시공시 품질의 저해요인

RUPS 시공시 품질의 저해요인이 될 수 있는 것이 있다면 어떤 것들이 있는가 하는 질문에는 절단작업이나 용접작업시 열변형에 의한 휨발생에 대한 문제가 전체의 42%로 가장 많이 나타났으며, 이것은 제품의 품질면에 매우 중요한 문제라고 할 수 있다.

그리고 유니트의 자체 결함이나 뒤틀림으로 인한 하자요인도 26%로 시공면에도 중요하지만 특히 품질상태에도 중요한 요인이라고 나타났다. 또는 기존방식에서는 티나 엘보우 등의 부속 연결작업 부위에 대한 하자 발생이나 품질저해요인이 40%로 나타났고, 절단작업 후 리이며 작업을 하지 않아 거스러미 등의 발생에 대한 문제점도 20%로 나타났다. <그림 3-8 참조>



<그림 3-8> Deterioration Factors of Units during Constructing RUPS



충격흡수를 위한 스프링 방진 설치

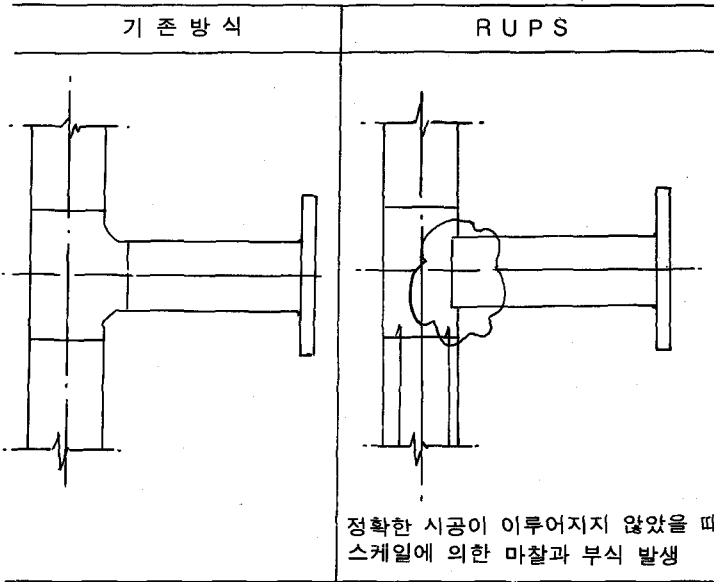
3-3-3. 부속류(Tee)의 연결작업시 하자발생

RUPS 시공중 배관의 수직관과 횡지관의 분기작업에 있어서 기존방식은 매층마다 배관을 연결 조립함으로써 티(Tee)나 기타 부속을 층별 용접이음으로 분기할 수 있어 마찰에 의한 기능에 문제가 없었으나 RUPS는 스텔의 규격이 일정하고 건축 마감과의 문제

조사항목	조사결과 문 제 점	응답(%)		관 련 항 목					
		기존방식	RUPS	시공면	경제면	품질면	안전면	공기면	
7. 시공후 품질의 저해요인	1) 절단 및 용접시 열변형	20	42	○	△	●	×	×	
	2) 수직, 수평	5	12	○	×	○	×	△	
	3) 부속의 연결	40	20	○	×	○	×	○	
	4) 유니트의 결합 및 뒤틀림	5	26	△	△	○	×	△	

●:매우중요 ○:중요 △:보통 ×:관계없다





는 위와같이 200mm일 때 ₩21,715, 100mm일때 ₩7,893, 65mm일때 ₩5,957로 후렌지 이음이 각각 자재비가 높은 것으로 나타났다.

가) 공사비 비교표

① 200A(개소당)

품명	수량	단가	금액
후렌지	2	8,355	16,710
볼트너트와사 (SET)	12	327	3,924
후렌지 패킹 (3.2T)	1	583	583
강관용접	2	498	996
소 계			22,213

품명	수량	금액
용접봉	0.400	408
소요전력	1.154	90
소 계		498

22,213 - 498 = 21,715

그리고 후속작업의 연관성에 의한 문제로 부속을 설치하지 못하고 일명 T뺏기 작업만이 가능하게 된다. 이때 배관용접의 정확한 시공이 이루어지지 않으면 배관내의 분기점에서 마찰손실과 저항이 생기므로 시공후 스케일(scale)로 인한 막힘과 부식의 하자요인 문제가 발생되는 것으로 나타났다.

② 100A(개소당)

품명	수량	단가	금액
후렌지	2	3,264	6,528
볼트너트와사 (SET)	8	115	920
후렌지 패킹 (3.2T)	1	233	233
강관용접	2	223	446
소 계			8,127

품명	수량	금액
용접봉	0.280	200
소요전력	0.130	34
소 계		234

8,127 - 234 = 7,893

3-3-4. 후렌지 이음과 용접이음의 비교사

후렌지 이음과 용접이음에 대한 문제점 도출은 D건설현장과 S건설현장을 대상으로 200mm, 100mm, 65mm의 각각 후렌지이음과 용접이음의 자재비 비교와 시공면, 경제면, 품질면, 안전면, 공기면에 대한 분석을 통하여 도출하였다.

조사대상 건물은 <표 3-3>와 같다.

③ 65A(개소당)

품명	수량	단가	금액
후렌지	2	2,647	5,294
볼트너트와사 (SET)	4	96	384
후렌지 패킹 (3.2T)	1	164	164
강관용접	2	115	230
소 계			6,072

품명	수량	금액
용접봉	0.150	102
소요전력	0.167	13
소 계		115

6,072 - 115 = 5,957

주) 1. 인건비는 강관배관에 포함되어 있으므로 본 단위 단가에서 제외 하였음.

2. 와사는 SET당 2개임

3. 패킹재는 기성품 사용

4. 후렌지 모형참조<그림 3-10>

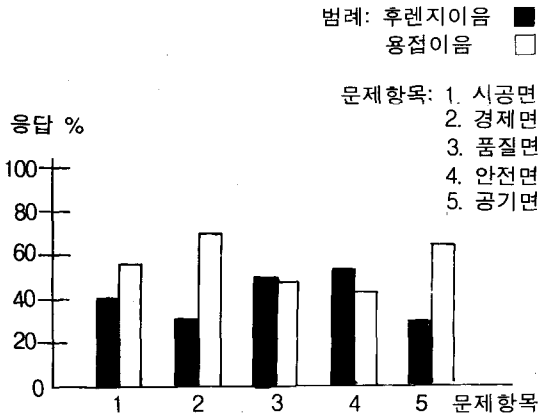
<표 3-3> Construction Field for Investigation

계요	D 건설현장	S 건설현장
1. 공사명: 오피스건물	1. 공사명: 오피스건물	
2. 위 치: 서울 강남구 대치동	2. 위 치: 서울 강남구 삼성동	
3. 연면적: 54,930평	3. 연면적: 26,343㎡	
4. 구 조: 지상철근조	4. 구 조: 지상 SC조, RSC조 지하	
지하 철근 콘크리트조		
5. 규 모: 지하6층, 20층: 1동	5. 규 모: 지하7층, 지상20층	
30층: 1동		

후렌지이음과 용접이음의 자재비 비교에서

나) 후렌지이음과 용접이음의 비교

조사항목	문 제 점	조 사 결 과(%)					비 고
		시공면	경제면	품질면	안전면	공기면	
후렌지이음과 용접이음비교	후 렌 지 이 음	41	28	51	57	36	
	용 접 이 음	59	72	49	43	64	

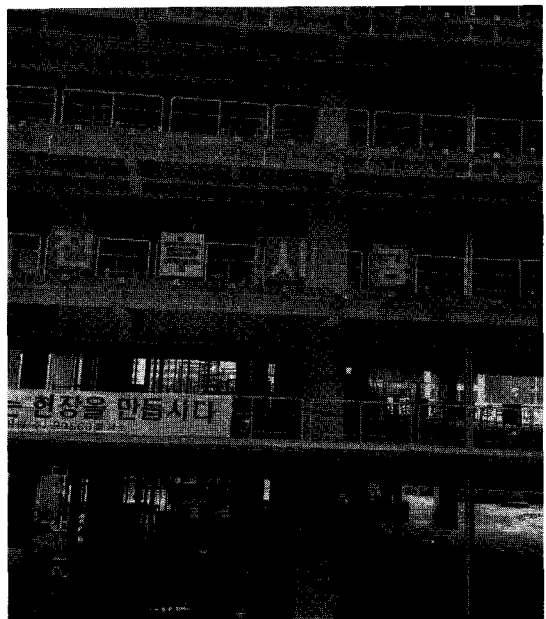


<그림3-9> Points at Issue through Comparison Flange with Welding for Connection of Pipes

후렌지와 용접이음의 설문조사에서 나타난 것은 시공면에서는 용접이음이 후렌지 이음보다 간편하게 마감할 수 있기 때문에 더 효과적인 것으로 59%가 응답하였다. 경제면에서도 공사비 비교에서와 같이 72%가 용접이음이 자재비와 절감으로 인한 경제적인 것으로 나타났다.

또한 후렌지 이음보다 용접이음은 누수율이 적은 것에 비해 시공 완료후 배관내의 이물질 제거와 누수에 대한 하자보수 측면에서도 후렌지이음이 더 효과적인 것으로 51%가 응답하였다.

그리고 안전면에서도 후렌지 이음이 안전하다고 57%가 응답하였으며 그것은 용접이음시에는 좁은 곳에서는 용접으로 화재의 위험성에 비해 후렌지 이음은 안착후 눈높이 부분에서 볼트, 너트만 조이면 되므로 안전에는 큰 문제가 없는 것으로 나타났다. 끝으로 공사기간 면에서는 후렌지 이음보다 용접이음이 설치시 테크(가용접)를 거쳐 분용접으로 쉽게 마무리 할 수 있고 건축공정에 쫓기지 않으며 용접이 가능하므로 용접이음이 64%로 공기면에도 더 효과가 있는 것으로 나타났다.



파이프 샤프트내의 수직 배관 모습

#### 4. 問題點의 改善策

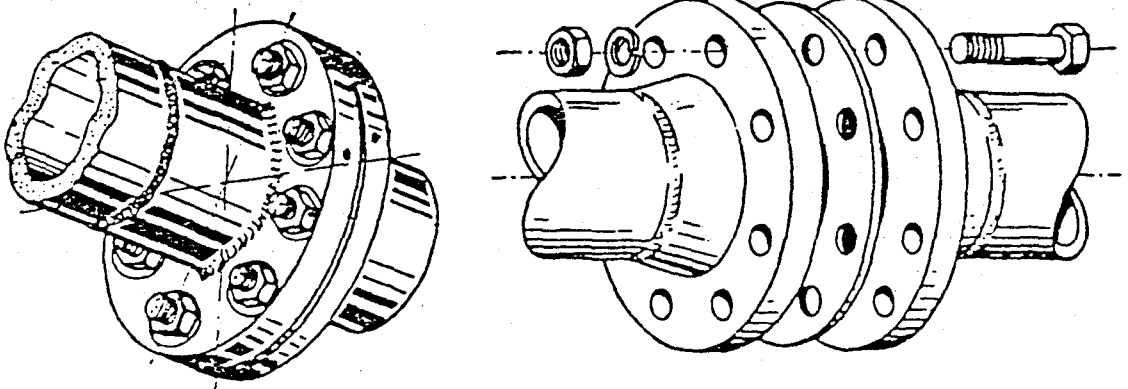
##### 4-1. 주문 및 공장 제작시 개선책

##### 4-1-1. 공장주문 및 반입시기

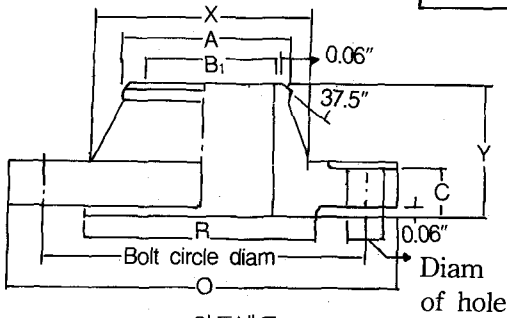
공장주문 및 반입시기의 문제점은 RUPS의 공장제작에서 조립완료까지 소요되는 시간과 건축 골조공사와의 공정 계획상 협의가 맞지 않았을 때 유니트의 반입지연에 의한 골조공사의 후속작업에 대한 문제와 조기 반입시 야적할 수 있는 관리상의 문제가 발생할 수 있는 것으로 나타났다.

이에 대한 개선책으로는 건축골조공사의

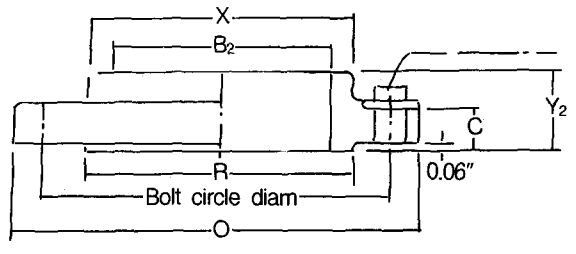
<그림 3-10> Models of Flanges



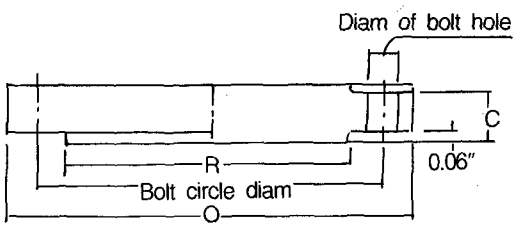
관의 접합 방법에 따른 플랜지의 종류



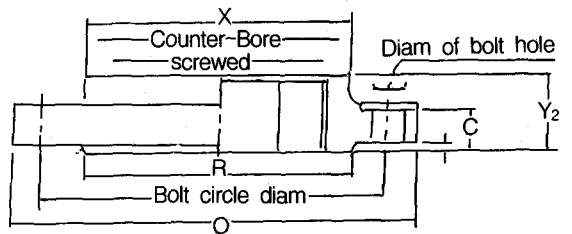
월드넥크



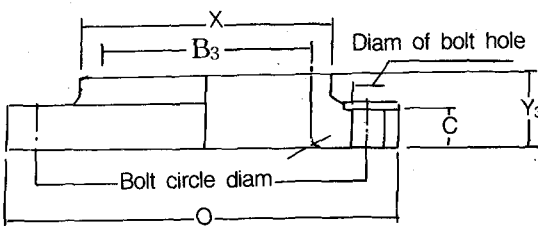
슬립 - 온



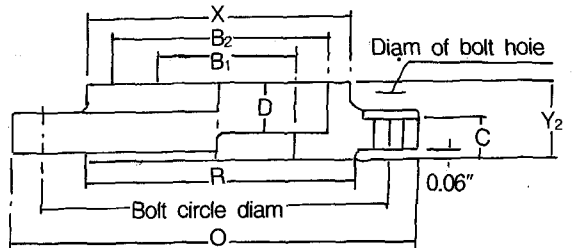
브라인드



나사형



랩 조인트



차입용접형



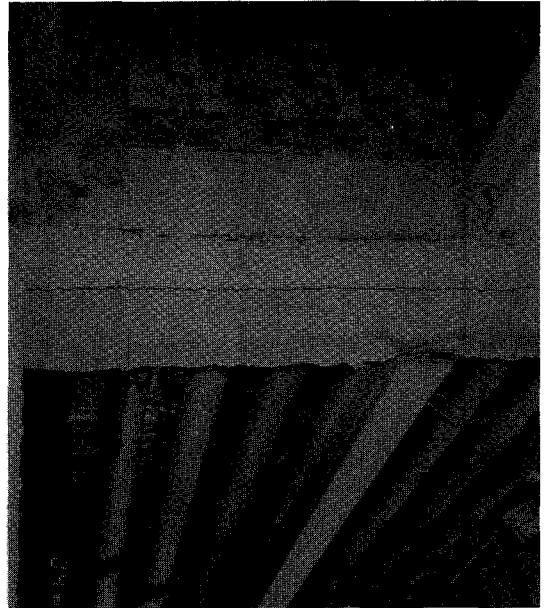
배관 지지용 U-BOLT NUT 및 클램프 채움

콘크리트 타설전 적어도 20일 전에는 유니트의 제작요청을 공장으로 하여야 하며, 제작 중에도 공장과의 긴밀한 협의와 자재의 구매 실태에 대한 현황조사를 수시로 확인하여 자재수급에 문제가 없도록 조치하는 것이 중요한 것으로 나타났다.

#### 4-1-2. 제작 시설비의 투입

RUPS의 제작시 시설비 투입의 가장 큰 요인은 기존공법에서는 기성품의 사용으로 현장배관시 특별한 장비가 필요없으나 RUPS는 유니트의 생산을 위한 공장시설이 갖추어져 있어야 하며 이에 필요한 작업공구 및 자동화를 위한 자동절단기와 반자동용접기 등의 배관 장비를 갖추는데 소요되는 시설 투자비가 높은 것으로 나타났다.

그리고 기존방식에서는 앵글제작 및 배관 조립 등의 시공이 모두 현장내의 작업장에서 이루어지지만 RUPS는 모든 유니트의 제작공정이 공장에서 이루어지므로 용접 제작할 수 있는 작업장 확보에 대한 부지설정도 시설비의 상승요인으로 나타났다. 이에 대한 개선책으로는 본 공법은 현재 시공법에 대한 기술적 도입은 되어 있지만 신공법에 대한 메이커 지정 및 공인이 되어있지 않은 관계로 관계기관의 지원이 이루어지지 않고 있는 현실이다. 따라서 신공법의 인정과 이에 대한 본 공법의 많은 적용이 이루어진다면 특히 도심지 현장에서 좁은 자재적재 공간에서의 활용이 효과



적이며 공사기간도 단축되고 안전사항과 품질면에서 우수한 것으로 나타났다. 그리고 가장 중요한 인력난에 의한 3D 기피현상에도 대응이 가능하며 이것을 금액으로 환산하였을 시는 시설투자비에 대한 문제의 해결 대안이 되리라 판단된다.

#### 4-2. 유니트의 운반 및 시공중 개선책

##### 4-2-1. 차량에 적재 및 하차시의 문제점 개선책

차량에 유니트의 적재 및 하차시에 발생하는 문제점에 대해서는 장비나 공구를 사용하므로 유니트의 뒤틀림이나 현장주변의 공간 확보의 문제가 가장 큰것으로 전체의 52%, 30%가 응답하였으며 이것은 유니트의 뒤틀림의 설치후 마감작업을 어렵게 하는 시공면과 품질면에도 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 유니트가 대형(약 12M)이므로 협소한 현장내에 야적할 수있는 공간상의 어려움이 많은 것으로 나타났다.

이에 대한 개선책으로는 유니트의 상·하차시 장비사용에 대한 특별한 주의가 필요하며 현장 도착 후에는 야적장에 대한 1차적인 하차를 줄이고 타워크레인과 시간조정으로 직

접 샤프트까지 운반, 설치조립하는 방안이 효과적이며 Bracing을 설치하여 제작 및 운반시 비틀림에 의한 변형 방지를 한다.

**4-2-2. 현장으로 운반중의 문제점 개선책**

유니트의 공장에서 차량으로 운반중 발생하는 문제점에 대해서는 트레일러나 대형트럭을 이용한 운반 만이 가능하므로 도로교통법 규제에 대한 차량에 적재할 수 있는 유니트의 양과 방법에 대한 문제점이 있는 것으로 46%가 응답하였으며 이것은 유니트의 자체 변형에 의한 설치시 수직 수평의 마감에 문제가 있는 것으로 나타났다. 이에 대한 개선책으로는 무리한 양을 동시에 운반하지 않도록 하며 현장과의 긴밀한 사전 계획과 협의로 유니트의 반입량을 조절하는 것이며 유니트의 반입시간 문제도 출퇴근 시간을 피할 수 있도록 조정함이 필요하다. 그리고 차량 적재시 2단, 3단으로 하고 유니트 사이는 나무로 보호하며 유니트는 진행방향을 향해 적재할 수 있도록 한다. 특히 65mm이하의 소형배관에는 진동에 의한 피해를 줄이기 위하여 나무나 기타 보양재로 보양조치하여 운반하도록 한다.

**4-2-3. 현장 도착후 샤프트까지 이동시의 문제점 개선책**

유니트의 현장 도착후 설치장소인 샤프트까지의 이동시 발생하는 문제점에 대해서는 도심지 공사가 이루어질 때는 현장주위의 각종 장애물(전주 및 인근건물) 문제 43%로 높게 나타났으며, 현장내의 타워크레인 동원 문제에 대한 어려움도 28%로 나타났다. 이것은 유니트를 들어올릴 때 주위 장애물에 의한 시공지연 및 위험이 다르므로 시공면과 안전면에 매우 중요한 문제라 할 수 있다.

이에 대한 개선책으로는 공사 착수전 현장 주변의 지리적인 여건의 사전조사와 정확한 설치계획, 그리고 장애물에 대한 보호조치를 수립하여 설치하는 것이 중요하며 현장내의 타워크레인에 대한 문제는 설비단일 공중으

로만 쓰이는 것이 아닌 관계로 건축공정과의 장비 사용 계획서에 따른 시간조절 계획을 세워 사용하는 것이 중요하다. 특히 샤프트까지 이동시에 소형관의 휨 발생이 야기될 수 있으므로 항상 보조 크레인이 동원되며 크레인 비용도 가중되는 문제가 있기 때문에 이에 대한 제도적인 지원이 요구된다.

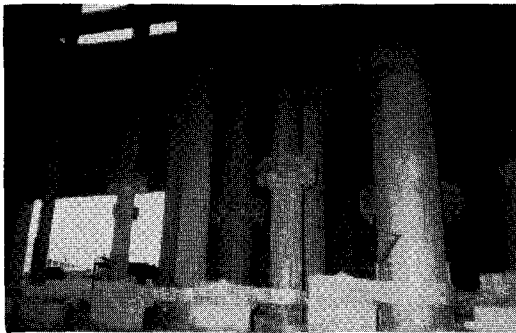
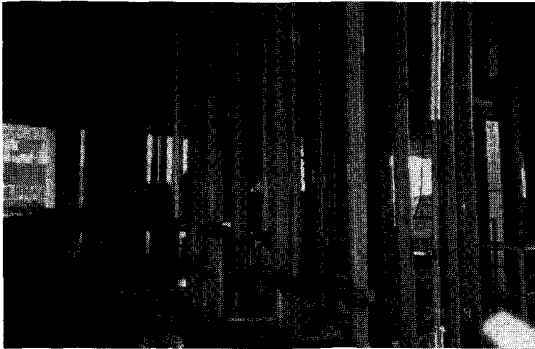
**4-3-4. 유니트의 하강시의 문제점에 대한 개선책**

유니트를 샤프트에서 하강 작업시 발생하는 문제점은 유니트의 하강시 건축 골조면에 부딪힐 위험에 대한 문제가 가장 큰 것으로 45%가 응답하였다. 이는 유니트의 부딪힘으로 제품변형에 의한 품질면과 바닥마감시 수평유지를 위한 시공면에 영향을 준다.

또한 현재 하강시에 안전을 위하여 비계공 3명, 배관공 3명, 신호수 1명을 배치하여 작업을 진행하고 있는데, 이때 비계공의 인건비가 80,000원인데 비해 배관공의 인건비는 35,000원이다. 따라서 배관공 보다 비계공의 투입시 인건비가 1인당 45,000원정도 더 많이 투입되는 것으로 나타났다.

이에 대한 개선책으로는

첫째, 하강(조립)작업은 작업자들의 무전과 수신호에 대한 조립으로 자체중량에 의한 흔들림도 발생되므로 하강시 최상부에서 추를 내려 하부까지 수직을 확인하며 정확한 위치에 마킹한 후 고정 안착위치의 약30cm 정도까지 하강하여 고정용 형강 조립시까지 대기하였다가 고정용 형강이 설치완료된 후 실시하며 둘째, 인건비 투입에 대한 사항으로는 비계공에 대한 투입을 줄이고 기계적 방법에 의한 하강이나, 설비 배관공에 대한 RUPS공법의 이해 고취와 반복훈련을 통하여 배관공에 의한 모든 작업이 이루어 질 수 있도록 하는 것이 연결작업이나 시공면, 품질면에도 효과적이라 판단된다. 그리고 기존방식에서는 후랜지의 연결작업시 충고가 높은 관계로 부속 연결후 하자의 위험이 많은 것으로 나타났



후렌지의 공장 제작을 통한 용접 상태

므로 특히 품질면에 주의를 하여야 한다.

#### 4-2-5. 유니트의 상판과 보의 용접시 문제점에 대한 개선책

유니트의 안착후 상판과 보의 용접 작업시 발생하는 문제점으로는 유니트의 정착위치(용접면)까지의 간격 조정상 문제가 69%로 나타났으며 이것은 시공지연을 유발할 수 있는 시공면과도 관계가 있는 것으로 나타났다. 그리고 뒤틀림으로 인한 보와의 마감문제도 20%로 품질면에서 문제가 있는 것으로 나타났다. 이에 대한 개선책으로는 철골과 마감도면상의 샤프트 내부 칫수를 파악하여 유니트 칫수를 샤프트 내부 규격보다 각 방향으로 50mm이상 작게 하며 200mm 이상의 배관상부에는 상부절 설치안착시 정확도를 기하기 위해 가이드 슈(GUIDE SHOE)를 부착하며, 바닥 철판의 앵글에도 기존앵글 보다 2~3cm 크게 가이드 슈를 설치하는 것과 또 다른 개

선안은 설치(조립)위치에 석필이나 기타 연필로 마킹한 후 레바브릭을 이용하여 파이프에 걸고 설치 부위에 당기면서 안착하여 조립한다.

그리고 유니트의 설치 완료 후에는 MAIN FRAME과 구조물과의 이격부분을 철판으로 마감하여 방화구획을 만들어 놓는다.

#### 4-2-6. 안전관리상 개선책

안전관리에 대한 문제점은 현장 시공중 하강 작업시 안전사고의 가장 큰 발생요인에 대하여 설문을 던진 결과 샤프트 주변의 바닥마감이 되지 않은 상태에서 하강 작업을 실시하는 것이 가장위험하며 사고율이 많이 발생한다고 응답한 수가 62%이었다. 또한 기존방식에서도 안전에 대한 문제점중 샤프트 주변의 마감문제가 30%로 나타났다. 이에 대한 개선책은 건축공정과의 후속작업에 대한 정확한 공정협의를 거쳐 공정에 쫓겨 급한 상황에서 무리한 작업진행을 하지 않는 것이 중요하며 샤프트 주변의 바닥마감이 되지 않았을 때는 임시용 안전발판을 설치토록 하며, 작업자는 안전벨트를 반드시 착용시키고 만일의 사태를 위하여 안전 난간대를 설치해 놓도록 한다. 그리고 기능공의 작업 理解度부족에서 오는 안전사고도 높은 것으로 나타났다. 따라서 기능공들에 대한 본 공법의 시공에 대한 이해고취 교육을 시공기간에 월2회 이상 실시하는 것이 효과적으로 나타났다.

#### 4-3. 시공후 유지관리상의 개선책

##### 4-3-1. 시공후 하자 발생

유니트의 하자 발생 우려가 가장 많이 발생하는 경우는 유니트의 현장 조립 작업시 후렌지 및 용접에 의한 하자위험이 가장 큰 것으로 81%가 응답하였으며 이는 유니트 시공시 품질면에 영향을 주는 중요한 문제이기도 하다. 이에 대한 개선책으로는 후렌지이음시에 철골상태를 정확히 측정한다 하더라도 약간의 오차가 있으므로 공장 출고시 정치수보다 50mm 정도 배관을 올려서 출고하며 설치후

U-Bolt를 풀어 조정하여 안착시킨다.

그리고 용접작업시에는 탄소강일 때는 ARC 또는 MIG 용접을 실시하며 STAINLESS강 일 때는 TIG(아르곤 GAS) 용접을 원칙으로 용접강도를 반드시 확인하며 실시한다. 그리고 이 문제는 유니트의 품질면에 가장 큰 영향을 주지만 제품의 누수로 인한 기능공투입의 손실로 경제면에서도 중요한 문제가 될 수 있으므로 특별한 주의를 요한다.

4-3-2. 시공시 품질의 저해 요인

유니트 시공중 품질의 저해 요인은 유니트의 용접이나 절단 작업시 열변형에 의한 문제가 42%로 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 유니트의 뒤틀림의 문제도 26%로 나타났으며 이것은 유니트의 적재 하차과정부터 운반, 설치 과정까지 가장 많이 발생되는 문제이며 특히 품질면에 영향을 준다.

이에 대한 개선책으로는 자재의 절단시에 산소사용을 금하며 유압자동 절단기나 커터기에 의한 절단을 실시하고 줄 등으로 절단면에 대한 마무리 손질이 중요하다. 그리고 소형관일 때는 파이프 절단후 리이머 작업의 실시로 거스러미를 반드시 제거하며 용접작업 후에는 바로 방청도장이 필요하다.

4-3-3. 후렌지이음과 銲接이음의 改善策

후렌지이음과 용접이음의 문제점을 도출하기 위하여 상호 비교를 통하여 파악하였다.

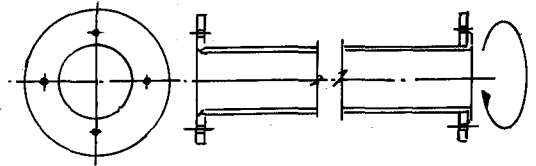
<표 3-4> Comparison Flange with welding for Connection of Pipes)

구분	후렌지이음	용접이음
1. 자재비	후렌지 자체 자재비의 고가로 공사비가 상승된다.	후렌지가 필요 없으며 용접봉과 전력소요비 금액만 적용되므로 금액이 절감된다.
2. 인건비	공점개소 및 볼트, 너트 바깥설치 품이 적용되므로 인건비가 상승된다.	용접봉과 전력비만 소요되므로 금액이 절감된다.
3. 공사기간	후렌지 용접, 볼트 너트 바깥설치 등에 의한 소요시간이 많이 든다.	하강시 테크(가용접)후 안착 완료후 공기에 지장없이 용접이 가능하다.
4. 품질 및 하자보수	후렌지 바깥 주위의 누수 발생이 되면 바깥 교체시 후렌지 연결 볼트만 해체하고 교체한 후 조립하면 된다.	용접부위의 누수발생은 극히 적으나 누수발생시 용접부위 전체를 제거하여야 보수가 가능하다.

첫째, 공사비 면에서 용접이음 방법으로 시공하는 것이 자재비의 큰 절감을 가져오는 것으로 나타났다.

둘째, <표 3-4>와 같이 용접이음이 현장 적용에 있어서 자재비, 인건비, 공기면에도 매우 효과적인 것으로 나타났다.

셋째, 그러나 후렌지이음도 기존의 SUS나 동관의 Lap Joint 방식을 응용한 방식으로 용접부위를 제거하고 나사접합을 하므로써 용접부위에서 발생할 수 있는 누수요인을 없애고 Flange가 자유자재로 움직일 수 있으므로 하자보수에도 용이한 Flange Grooving 방식(그림 3-11참조)이 적용된다면 설치비 및 보수관리면에도 매우 효과적이라고 판단된다.



후렌지 부위를 프레스로 성형하여 용접이 필요치 않고 나사로 조이면 된다.

<그림 3-11> Flange Grooving Style

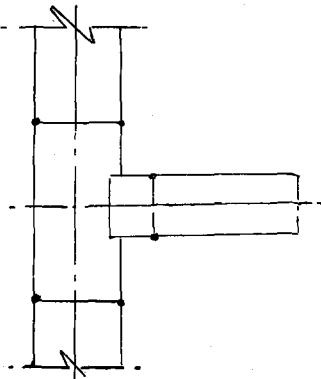
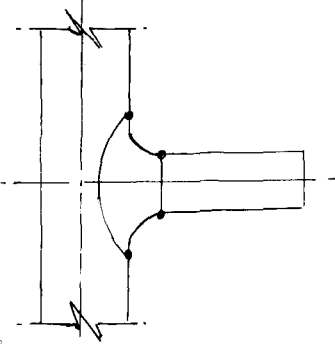
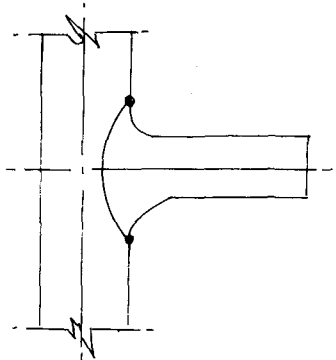
4-3-4. 부속(Tee)의 연결 작업

부속(Tee)의 연결 작업시 발생하는 문제점은 수직관에서 횡지관의 분기작업시 유니트의 공장제작과 후속작업의 연관성으로 Tee 사용을 못하고 일명 T 뽑기 방식으로 처리하게 된다.

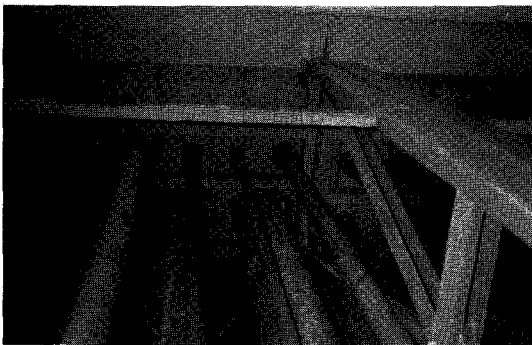
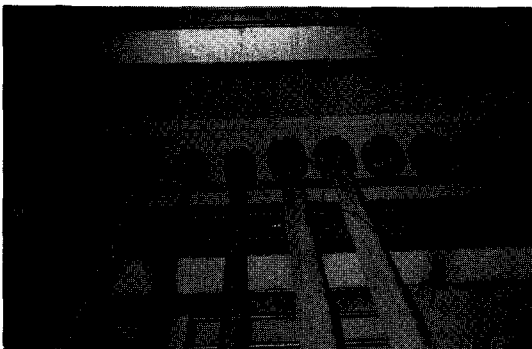
이때 부속의 연결 작업시 배관내의 깊이 조정이 정확하지 않거나 조잡시공이 되면 관내의 흐르는 유체가 마찰에 의한 저항으로 제 기능을 발휘하지 못하고 스케일이나 부식이 생기는 문제점이 발생한다.

이에 대한 개선책으로는 배관의 수직관과 횡지관의 깊이 조정이 정확히 될 수 있도록 숙련된 기능공을 투입시키며 최근 생산되고 있는 Sweepolet 공법(그림 3-12 참조)등의 사용으로 용접개소에 소요되는 비용을 줄이고

# RUPS의 현장적용에 대한 연구

기 존 방 식	개 선 안	
		
Tee	Sweepolet	
<p>분기 방향에 따른 용접개소가 많다.</p>	<p>* Sweepolet는 배관의 Neck도 짧고 용접개소도 줄어들므로 Tee보다 용접양을 줄일 수 있다.</p>	<p>* 최근 생산되는 방식으로 Sweepolet보다도 용접개소를 더 감감시킬 수 있는 방식이다.</p>

<그림 3-12> Comparison Tee with Sweepolet



철관으로 성형된 슬리브 설치 모습

마찰손실에 의한 하자요인을 줄일 수 있도록 하는 것이 중요하다.

## IV. 結 論

RUPS(Riser Unit Piping System)는 위생 배관, 냉·난방배관, 소화배관 등을 유니트화하여 공장에서 제작하고 현장에서는 유니트를 후렌지 이음 또는 용접이음으로 연결하여 제자리에 설치하는 설비배관공사의 일종이다. 이 공법은 많은 장점들을 지니고 있으나 우리나라에는 널리 소개되지 않은 신공법이다.

본 연구는 국내에서 시공하고 있는 RUPS 현장에서 시공도중 발생하는 문제점을 파악하여 그 개선책을 제시하므로서 설비시공자들이 RUPS를 적용하여 더욱 우수한 설비시공을 할 수 있도록 기초자료를 제시함을 목적으로 하여 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유니트(Unit)의 주문 및 공장제작중 발생



되는 문제점으로는 주문과 반입시기에 있어서 유니트의 제작기간이 최소 15일이므로 건축골조공사의 콘크리트 타설 전 늦어도 20일 전까지 유니트 제작요청을 하여야 한다.

2. RUPS의 공사비에 대한 문제점은 장비시설 등의 투자비용이 공사비의 상승요인으로 나타났다. 이것은 불량한 RUPS 메이커의 난립을 막기 위해 본 공법의 메이커 지정이나 관계기관(건설회사, 허가관청 등)의 공법 우수성에 대한 공인이 필요하고, 장기 안목으로 시설투자비를 회수하도록 하는 제도적 마련이 필요하다.

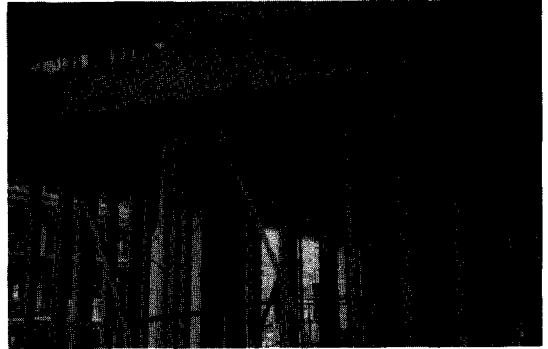
3. 유니트(Unit)의 운반중에 시공결함을 유발시키는 문제가 많이 발생하므로 RUPS의 안전 운반에 대한 대책과 주의가 강구되어야 한다. 그리고 하강 작업시 투입되는 비계공이나 조력공 및 인부등의 채용을 억제하고 설비 배관공으로 대체하여 배관작업의 인건비를 줄이는 것이 중요하다.

4. 유니트(Unit)의 이음방법으로는 후렌지이음보다는 용접이음이 자재비, 인건비, 공기단축면에서 매우 우수한 것으로 나타났으나 하자보수 측면에서는 후렌지 이음이 분리도 가능하고, 연결조립이 간단하므로 유리함을 간파할 수 없다. 또한 후렌지 이음은 Flange가 자유자재로 움직이고 하자보수에도 용이한 Flange Grooving 방식이 유리하다.

5. 수직관과 횡지관 분기점에서의 마찰 손실과 스케일로 인한 문제점은 분기작업시 T 뿔기 작업을 억제하며, 용접이음매수를 최소화시키고 나팔관 모양으로 성형하여 만든 Sweepolet 공법 등의 사용으로 관내의 마찰과 스케일을 줄이는 것이 중요하다.

#### 6. 향후의 연구 과제

본 연구에서 밝힌 유니트의 문제점 외에도 공장제작 후 검사시간의 부족과 철골이나 뒷마감 조정의 복잡성 등의 문제점도 있는 것으로 나타났다. 그러나 이것은 현 상태의 유니트화공법이 현장 시공초기 단계이고 설비업



후레임 보강용 앵글 설치

자의 노력에 의해서만 계획·실시되고 있는 것에 의한 문제로서 이 문제를 건축분야와 같이 개선해야 된다고 사료된다.

앞으로 유니트화 공법을 원활하게 시공하기 위해서는 미리 시공계획 단계에서 유니트화를 충분히 계획하는 동시에 이것을 실행할 때 필요한 검사항목 및 조정항목을 메뉴얼화하고, 공사비면에서는 지금의 적산 기준이 종래의 공법을 기초로 한 현장시공의 공수(工數)를 기준으로 했기 때문에 현장에서 유니트화 공법으로 시공할 경우 현행의 적산자료는 예산작성 및 원가관리가 매우 어려우므로 향후에는 본 공법에 적합한 적산자료의 활용이 중요하다고 사료된다.

**설비**

이 논문은 필자가 대전산업대학교 건축공학과(설비 전공)에서 석사학위를 받은 논문입니다.