

# 플랜트 철구조물의 이음부 설계 절차 개선안

## A Suggestion of Design Procedure for The Connection Details on Plant Steel Structure

### 목 차

1. 머리 말
2. 개선후의 설계절차
3. 설계방법 개선을 위한 사전절차
  - 3-1. TYPICAL 이음방법의 선정
  - 3-2. TYPICAL 이음부별 검토항목 선정
  - 3-3. 이음부 LIST 작성
4. 맺 음 말



李 東 久\*  
Lee, Dong Koo

### 1. 머리 말

플랜트 철구조물의 설계에 있어서 이음부 설계 작업은 그 중요도에 비해 상대적으로 낮은 평가를 받고 있다. 즉, 철구조물의 설계는 기본설계 및 기본도면 작성, 상세 이음부 설계, 제작도면 작성으로 크게 구분되어 선진 외국에선 각자 그 업무별로 전문 설계자가 나뉘어져 있으나 현재 국내에선 대부분 상세 이음부 설계는 기본설계자가 이 역할을 맡고 있다. 그러나 업무 특성상 기본설계도와 제작도면과의 번거로운 비교작업, 광

범위한 검토부위, 짧은 공기 등으로 인해 극히 중요한 부위를 제외하고는 TYPICAL DETAIL 처리하여 제작도면 작성자에게 그 업무를 전가하고 있는 것이 현실이다. 여기에다 최근 국산 P.C 용 전산구조해석 프로그램의 보급으로 기본설계 업무자체가 그 저변 확산이 급속히 이루어져 소규모 기술 용역업체에서도 이 업무를 수행하는 곳이 늘고 있다. 따라서 이 경우에도 앞서 언급한 문제점 외에도 연결부 이음에 대한 전문성 부족, 그리고 기본설계의 전산 REPORT와 같은 별도의 계산서의 제출 의무 없이 행해지는 설계

\*건설기계·공조냉동기계기술사, 한국중공업(주) 산업본부 강교설계/기술실 부장.

관행 등은 외주처리시의 낮은 설계용역비와 맞물려 이 부문의 철저한 검토작업이 더욱 힘들어지게 하는 중요한 요인이 되고 있다.

그러나 이와 같은 문제점에도 불구하고 여기에 대한 특별한 대책 없이 관행적으로 몇몇 CRITICAL 부위에 대한 계산서와 몇 장의 TYPICAL 도면으로 연결부위 설계가 완료되는 경우가 많다. 물론 일부 플랜트에서는 전체 이음부에 대한 세부계산서를 작성하고 또 검토하는 것이 설계절차서에 정례화로 되어 있는 경우도 있으나 비용 경제적인 입장에서 모든 플랜트에 다 이 방법의 적용을 기대할 수는 없는 실정이다.

따라서 여기에 대한 대안으로 제시할 수 있는 것이 이음부 종류의 정형화와 일부 복잡한 부위의 설계에 있어 TABLE을 활용한 설계방식이다. 즉 복잡한 기본설계식의 전개와 계산서의 작성 없이 기본적인 교육만으로 제작도면 작성자에게 이음부 설계작업까지 겸할 수 있게 하고 나중에 다시 REVIEW SHEET를 통해서 기본설계자가 설계의 오류를 검토할 수 있는 방식이다.

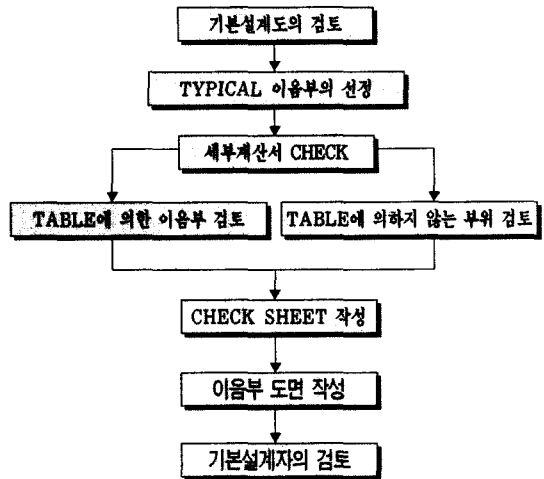
이 방법을 사용하면 그동안 기본설계자만 하던 이음부 설계역무를 제작도면자가 수행할 수 있게 되어 업무의 분담효과가 커지며 또한 TABLE을 이용한 방식자체의 특성상 설계 MAN POWER의 절감측면에서도 상당한 효과를 가져올 수 있게 된다.

본 제안에서는 현재 일부에서 사용하고 있는 예를 토대로 이러한 설계방식에 대한 기본개념 및 사용방법을 소개하고자 한다.

## 2. 개선후의 설계절차

이음부가 정형화되고 관련 세부계산서의 TA-

BLE화가 이루어지면 다음과 같은 절차에 따라 제작도면 작성자에 의해 이음부설계가 이루어진다.



〈그림 1〉 개선후의 이음부설계절차

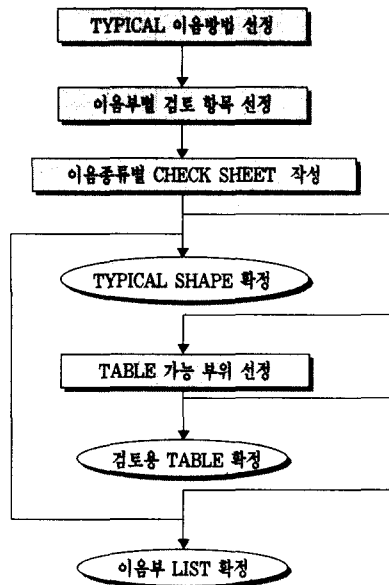
## 3. 설계방법 개선을 위한 사전절차

새로운 설계방법의 채택은 먼저 이음부의 정형화와 계산방식의 TABLE화, 그리고 CHECK SHEET의 정형화가 선행되어야 한다. 다음은 이러한 사전작업에 필요한 각 단계별 업무절차를 나타낸다.

### 3-1. TYPICAL 이음방법의 선정

1) 먼저 해당 PLANT의 종류에 맞는 이음부를 정한다. 즉 구조물의 외형SIZE 하중의 크기 등의 조건과 기 수행한 유사 PROJECT의 실적 등을 고려하여 TYPICAL 처리해야 할 종류를 결정한다.

2) TYPICAL 종류는 가급적 PLANT 별로 나누어서 GROUPING 하는 것이 좋다.



- 기수행 PROJECT의 이음방법 조사
- 각종 이음부 설계자료 참조
- 볼트, 용접부, GUSSET PLATE CLIP ANGLE ,BEAM COPE PRYING ACTION 등
- 전단, 지압, 인장, 압축 등을 작성 검토할 수 있도록 작성
- 관련 CODE집, MANUAL 등을 활용
- 이음부 종류별로 선정 용접부, 볼트, 기타 각종 이음부
- 부재별 검토가 가능하도록 정형화

〈그림 2〉 설계개선 사전작업의 절차

예를 들면 소규모 산업용 보일러의 WORK STATION용 철구조물은 대형 발전용 BOILER 철구조물과 그 자재의 규격도 다를 뿐더러 관련 되는 FORCE의 크기도 큰 차이가 있다. 따라서 이들에 적용되는 TYPICAL 유형을 다 망라하려면 그 종류가 너무 많아져 나중에 제작도면 작성자가 선택시 혼란이 올 수 있기 때문이다.

〈그림 3〉은 폭 12~16 meter 높이 20~60 meter 정도의 TOWER에 적용되는 이음부의 종류를 나타내고 있다.

3) TYPICAL 유형은 각 기능별로 구분을 한다. 예를 들면 COLUMN 과 BEAM, BRACE의 연결 유형은 〈그림 3〉 TYPE A~D와 같으며 또 GIRDER와 ANGLE BRACE는 TYPE E, F와 같이 나눌 수 있다.

### 3-2. TYPICAL 이음부별 검토항목 선정

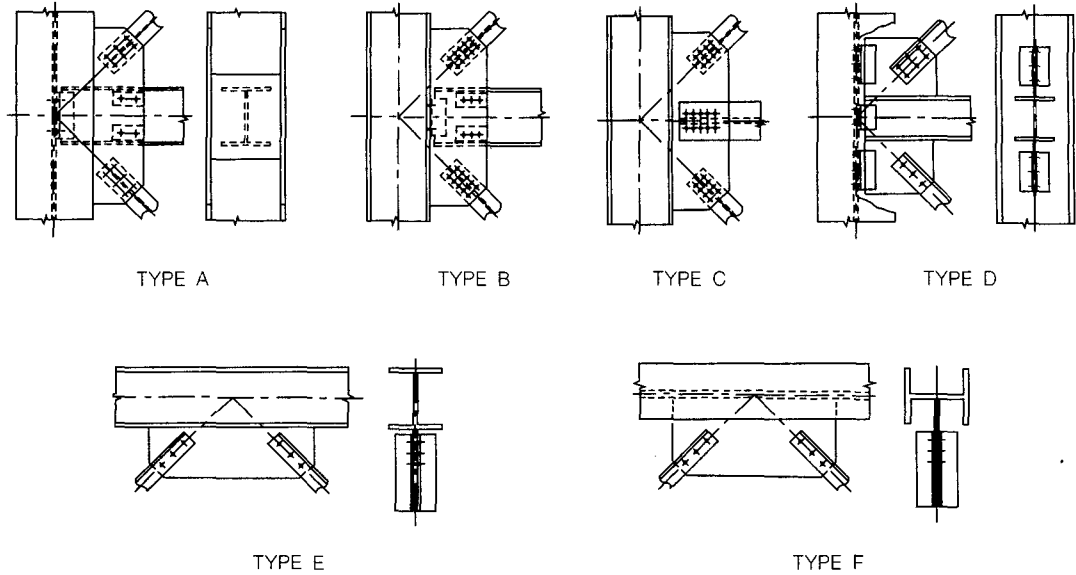
TYPICAL 이음부의 강도검토는 먼저 관련

이음부에 대하여 충분한 검토를 한 후에 결정한다. 즉 강도검토가 필요한 부위가 어디인지 또 어떤 종류의 강도검토가 필요한 지 등에 대해서 먼저 결정해야 하며 또 이를 위해 관련 CODE 또는 설계편람을 참조하여야 한다. 또 검토부위가 너무 많을 경우에는 CHECK에 시간이 많이 걸리므로 비교적 중요성이 덜 한 곳이거나 설계 편람에서 공통적으로 취급되지 않은 곳은 CHECK 항목에서 제외하는 것도 한 방법이다.

다음은 각 이음 종류별로 공통적으로 검토해야 할 기본항목을 예시한 것이다. (〈표 1〉)

### 3-3. 이음부 LIST작성

이음부LIST는 각 부재별로 이음부 설계를 어떻게 처리했는가를 일목요연하게 보여줄 수 있는 자료로서 이는 이음부의 상세도면과 함께 기본설계자가 이음부설계의 전체를 검토할 수 있게 하는 자료로 활용될 수 있어야 한다.



〈그림 3〉 각종 이음부에 대한 TYPICAL화의 예

〈표 1〉 이음요소별 검토항목 선정 예

검토부위	검토항목	기본공식 (AISC 기준)	
1) 적정 BOLT 개수산정	Bolt의 전단 및 인장 강도 검토	$n = P / F_v \text{ all or}$ $n = P / F_p \text{ all}$	$P =$ 작용력 $n =$ 볼트개수 $F_v \text{ all} =$ 단위볼트당 허용전단력 $F_p \text{ all} =$ 단위볼트당 허용인장력
	지압응력에 의한 볼트개수 검토	$L = 2F_v / F_u \cdot t_a$	$F_v =$ 단위볼트당 작용력 $F_u \text{ all} =$ 허용인장응력 $t_a =$ plate 두께
2) FILLE용접부의 강도 검토		$L = P / 0.3 F_u \cdot 0.707 n$	$L =$ 용접부 길이 $F_u =$ 용접봉인장강도 $p =$ 작용력 $n =$ 이음부의 개수
3) GUSSET PLATE의 강도 검토	a. 국부좌굴 검토	$L = 58 \cdot t_p$	$L =$ 버리지부의 길이 $t_p =$ PLATE의 두께
	b. 전단강도 검토	$t_p = P / 0.4F_y \cdot L$	$t_p =$ 부재의 두께 $F_y =$ 항복응력
	c. 인장강도 검토	$t_p = P / 0.6F_y \cdot L$	$P =$ 작용력 $L =$ 부재의 길이
4) BOLT 연결부의 강도 검토	전단면적 기준 순단면적 기준	$t_p = P / 0.4F_y \cdot L$ $t_p = P / 0.3F_u \cdot L_{net}$	$t_p =$ 부재의 두께 $F_y =$ 항복응력 $P =$ 작용력 $L =$ 부재의 전체길이 $F_u =$ 인장응력 $L_{net} =$ 부재의 순수길이
5) COPE BEAM의 강도 검토	a. 전단강도 검토 b. 인장강도 검토	$t_p = P / 0.4F_y \cdot L$ $t_p = P / 0.6F_y \cdot L$	$t_p =$ 부재의 두께 $F_y =$ 항복응력 $P =$ 작용력 $L =$ 부재의 길이
6) 기타	BEAM WEB부위의 CRIPPLING 강도 검토 / FRYING ACTION 작용부위에 대한 강도 검토		

〈표 2〉 이음부 LIST

SHOP DWG CONNECTION CHECK LIST																				INDEX :									
PJT NAME : TOWER																				Std. no :									
																				Date :									
																				Sheet : 1 OF 1									
SEQ NO	DWG NO	DESCRIPTION	POSITION		CHECK MEMBER		LOAD (TON)		FRAMING ANGLE FOR REACTION FORCE						BRACING (OR CLIP ANGLE) FOR AXIAL FORCE						FRYING FORCE		REMARK						
			L	M	R	FRAME ANGLE	VERT BRACE	AXIAL ANGLE	REACTION	AXIAL	BEAM SIZE	ANGLE SIZE	BOLT Q'TY (M2)	COPE	ONE SIDES	TWO SIDES	L	A	PV	RB	TYPE	SIZE		BOLT	GUSSET	WELD	GUSSET	WEB	YES
1	TO01	OO1CL1						±12		H400*200	L90*90*10	8									K	2L130	5	15	8	15			o
2	TO01	OO1CL1								H488*300	L90*90*10	8																	
3	TO01	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
4	TO01	OO1CL1								H450*200	L90*90*10	10																	
5	TO01	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
6	TO01	OO1CL2								H400*200	L90*90*10	8																	
7	TO01	OO1CL2								H400*200	L90*90*10	8																	
8	TO01	OO1CL2								H300*150	L90*90*10	6																	
9	TO01	OO1CL2								H300*150	L90*90*10	6																	
10	TO02	OO1CL1																				K	2L90	2	10	6	10		o
11	TO02	OO1CL1																				K	2L90	2	10	6	10		o
12	TO02	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
13	TO02	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
14	TO02	OO1CL1								H488*300	L90*90*10	10																	
15	TO02	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
16	TO02	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
17	TO02	OO1CL1								H500*200	L90*90*10	10																	
18	TO02	OO1CL2								H400*200	L90*90*10	8																	
19	TO02	OO1CL2								H400*200	L90*90*10	8																	
20	TO02	OO1CL2								H300*150	L90*90*10	6																	
21	TO02	OO1CL2								H300*150	L90*90*10	6																	
22	TO02	OO1CL2								H300*150	L90*90*10	6																	
23	TO03	OO1CL1						±20														K	2L130	5	15	8	15		o
24	TO03	OO1CL1						±9														K	2L130	5	16	8	16		o
25	TO03	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
26	TO03	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
27	TO03	OO1CL1								H400*200	L90*90*10	8																	
28	TO03	OO1CL1								H450*200	L90*90*10	10																	
29	TO03	OO1CL2								H400*200	L90*90*10	8																	
30	TO03	OO1CL2								H200*200	L90*90*10	4																	
31	TO03	OO1CL2								H300*150	L90*90*10	6																	
32	TO03	OO1CL2								H500*200	L90*90*10	10																	
33	TO03	OO1CL2								H200*200	L90*90*10	8																	
34	TO03	OO1CL2								H250*250	L90*90*10	4																	

여기에는 해당되는 도면번호와 부재번호 그리고 관련 FORCE DATA가 기재되어야 하며 정해진 TYPICAL이음부에 대한 검토항목들이 모두 반영될 수 있도록 양식이 작성되어야 한다. 물론 TABLE화가 되지 않은 항목에 대해서도 그 내용이 표시되어야 한다. 〈표 2〉는 TOWER 철골용 CHECK SHEET의 COLUMN 연결부위에 대한 예를 나타내고 있다.(표 2)

#### 4. 맺음말

여기에서 제시한 절차개선안의 목적은 가급적 모든 이음부의 종류를 정형화하고 그 정형화된 이음부의 설계검토 항목을 가능한 범위 내에서 TABLE화 하며 아울러 이러한 설계과정을 누구나 다 REVIEW가 가능하도록 SHEET화

하는 것에 있다.

따라서 종래의 복잡하고 까다로운 설계방식에서 탈피, 보다 손쉽게 이음부 설계에 대한 안정성을 확보하도록 그 절차를 단순화시키자는 것이다.

그러나 이 방법 또한 기존의 방법과 절차에 대한 하나의 대안 일뿐 역시 많은 문제점을 가지고 있다. 즉, 어떠한 이음방법에도 적용이 가능한 다양한 TYPICAL이음의 개발, 그리고 보다 간편한 설계가 가능할 수 있게 하는 다양한 자료의 TABLE화 그리고 실제 이러한 개선방법에 의해 설계를 수행해야 할 제작도면 작성자에 대한 교육 등이 이것들이다.

이에 대해서는 앞으로 이 분야에 대한 현업 기술자들의 끊임없는 관심과 노력으로 보완, 개선해 나아가야 할 과제로 알려두고자 한다.

(원고 접수일 1998. 1. 9)