

# 단층 래티스 돔에 적용 가능한 용접 접합부의 휨실험을 통한 성능 평가

## Performance Evaluation of Welded Joints for Single-Layer Latticed Domes through Joint Rigidity Test

이 영 학<sup>1)</sup> · 서 상 훈<sup>2)</sup> · 김 민 숙<sup>3)</sup> · 김 희 철<sup>4)</sup> · 이 성 민<sup>5)</sup>  
*Lee, Young Hak Seo, Sang Hoon Kim, Min Sook Kim, Heecheul Lee, Sung Min*

**요 약**: 단층 래티스 돔에 사용되는 접합부는 그 형태나 접합방법에 따라 다양한 거동 특성을 지닌다. 볼 조인트의 경우, 다루기 쉽고 현장 적용에 유리하지만, 강성과 내력이 약하기 때문에 장스팬의 확보에 있어서 불리하다. 용접 접합부는 볼 조인트에 비해 강성과 내력이 우수하고, 장스팬을 확보할 수 있지만, 용접 접합부에 관한 연구 및 실험은 드문 실정이다. 본 연구에서는 단층 래티스 돔에 적용 가능한 용접 접합부를 제안하고, 이를 기존접합부와 비교하기 위한 실험을 수행하였다. 또한 제안된 접합부에 대해 삽입 플레이트의 길이, 두께, 여장을 변수로 하여 각각의 변수에 의한 실험체의 거동의 변화를 살펴보았다. 실험을 통한 결과를 토대로 하여 새로운 형태의 용접 접합부를 제안하고자 한다.

**ABSTRACT**: Joints of single-layer latticed domes show various flexural behaviors according to their shapes and connecting methods. Ball joints are relatively easy to apply and build while their rigidities are relatively small and have disadvantage in long span. Welded joints have many advantages in rigidity, internal force and long span. However few experimental studies have been performed. In this paper, improved welded joint for the single layer latticed domes was proposed through both analytical and experimental analyses. Length of inserted plates, thickness of inserted plates and hole of sub steel pipes were selected as parameters for experimental comparisons and defining the effects of the selected variables.

**핵심용어**: 단층 래티스 돔, 용접 접합부, 휨실험, 초기강성

**KEYWORD**: Single-layer latticed domes, Welded joints, Bending Test, Initial rigidity

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

대공간 구조물의 구조시스템 중 단층 래티스 돔은 면내에 부재를 일정한 패턴으로 배치함으로써 형상을 구성하는 구조로 복층 래티스 돔에 비해 설계 및 시공이 용이하고 적은 수의 부재를 사용하여 부재력을 경제적으로 이용할 수 있으며, 미적으로도 뛰어난 구조 시스템이다. 반면, 복층 래티스 돔에 비해 강성이 작기 때문에 장경간화 될수록 구조적으로 불안정한 거동을 보인다는 단점이 있다. 1997년 나고야에 건립된 187m

경간의 나고야돔은 용접접합부를 적용한 단층 래티스 구조의 대표적인 사례로, 돔의 구조적 거동에 영향을 주는 요인 중 하나인 접합부 강성을 확보한다면 단층 래티스 구조에서도 충분히 장경간을 갖는 돔을 건립할 수 있다는 가능성을 보여준다. 그러나 단층 래티스 돔에 주로 적용되는 볼 조인트 접합부의 경우, 부재 및 접합부의 상세에 있어서 많은 연구와 실험(박철호 등, 2003; 한상을 등, 2001; Aitziber 등, 2007)을 통한 자료의 축적이 상당부분 이루어진 반면 단층 래티스 돔에 적용가능한 용접접합부에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 단층 래티스 돔에 적용 가능한 구조적 성능이 개선된 새로운 형태의 용접 접합부를

1) 정회원, 경희대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, 건축구조기술사(leeyh@khu.ac.kr)  
2) 교신저자, 학생회원, 경희대학교 건축공학과, 석사과정  
(Tel. 031-201-2864, Fax. 031-202-8854, E-mail: seosanghoon@khu.ac.kr)  
3) 정회원, (재)한국건설품질연구원, 연구원(fatalvirus@empal.com)  
4) 정회원, 경희대학교 건축공학과 교수, 공학박사(kimhc@khu.ac.kr)  
5) 정회원, (재)한국건설품질연구원, 이사, 공학박사(safecity@empal.com)

본 논문에 대한 토의를 2009년 4월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회담을 게재하겠습니다.

제안하고자 하였다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

단층 래티스 돔에 적용되는 기존의 용접접합부 중 가장 널리 알려진 나고야돔에 적용된 접합부는 주강관 내부에 내다이어프램을 적용한 비교적 단순한 형태를 가지고 있다. 본 연구에서는 접합부의 내력에 영향을 주는 요소인 내다이어프램, 외다이어프램, 가셋 플레이트와 삽입 플레이트를 적용하여 기존에 사용되는 용접 접합부에 비해 내력이 향상된 접합부의 형태를 제안하고, 그 성능을 검증하기 위하여 각각의 접합부에 대해 휨실험을 수행하였다. 또한, 제안된 접합부에 대해 여러 가지의 변수를 적용하여 각각의 변수가 접합부의 구조성능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

## 2. 제안된 접합부의 평가실험

### 2.1 실험체 개요

용접 접합부는 접합 방법에 따라 다양한 형태를 가지며, 그 성능에서도 차이가 나타난다. 기존접합부와 본 연구에서 제안한 접합부인 ALT 1, ALT 2 접합부의 각 부분의 명칭 및 변형률 측정을 위한 스트레인 게이지의 부착 위치는 그림 1~그림 3에 도식화 하였다.

기존 접합부는 나고야 돔(日本建築學會, 2004)에 적용된 접합부를 바탕으로 축소제작 되었으며, 주강관 내부에 다이어프램을 적용한 형태이다. 나고야 돔에서는 주강관 대신 상, 하부가 수평으로 잘려진 구형의 주물로 제작되었으나, 본 연구에서는 시공상의 문제로 다이어프램 및 강관을 용접하여 제작하였다.

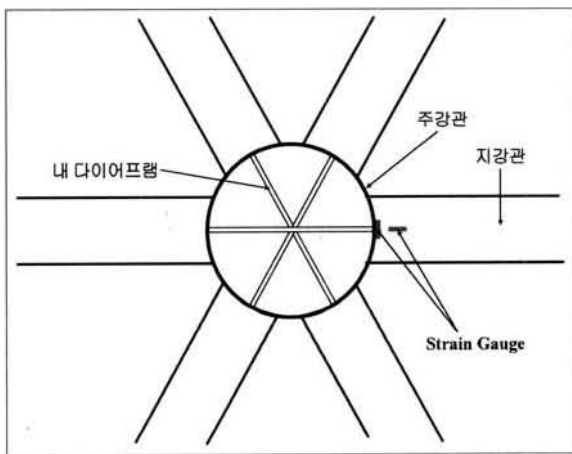


그림 1. 기존 접합부의 각 부의 명칭

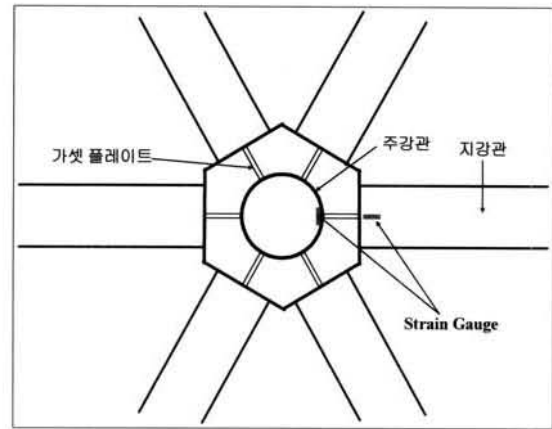


그림 2. ALT 1 접합부의 각 부의 명칭

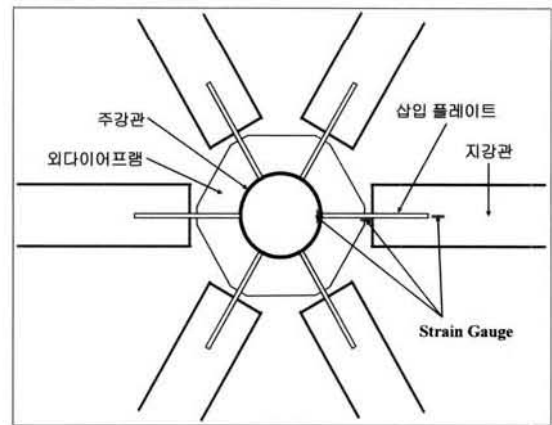


그림 3. ALT 2 접합부의 각 부의 명칭

ALT 1 접합부는 주강관의 외부에 가셋 플레이트를 적용하였으며, 지강관의 각도조절과 시공성의 편의를 위해 가셋 플레이트의 단부를 9 mm 두께의 플레이트로 한번 더 둘러싼 형태로 고안하였다.

ALT 2 접합부는 주강관의 외부에 다이어프램을 적용하였으며, 가셋 플레이트와 유사한 삽입 플레이트를 적용하였다. 이러한 삽입 플레이트는 주강관과 지강관을 연결시켜주는 역할을 하며, 다이어프램으로써 좌굴내력을 확보하도록 고안되었다. 외다이어프램은 주강관이 받는 압축력과 인장력에 저항하는 시스템으로, 주강관의 상, 하부에서 각각 10 mm 떨어진 지점에 적용하였으며, 플레이트의 두께는 9 mm로 하였다. 또한 삽입 플레이트를 구속하는 역할도 하며, 이로 인해 삽입 플레이트의 횡좌굴에 대한 안정성을 높여준다.

### 2.2 실험 개요

기존접합부, ALT 1, ALT 2 실험체를 각각 가력프레임 위에 올려놓고, 최대하중 100 ton의 오일잭 시스템을 이용하여 실험체 중앙부에 하중을 재하 하였다. 이때 하중의 고른 재하를 위

해 두께 20 mm의 원형의 지그 플레이트를 제작하여 주강관 위에 위치시키고 지그 플레이트의 중앙부에 가력하여 하중이 지그 플레이트를 통해 지강관의 단면으로 고르게 분포될 수 있도록 하였다.



그림 4. ALT 2 실험체의 세팅

### 2.3 실험 결과

기존접합부, ALT 1, ALT 2 실험체의 실험결과, 3개의 실험체 모두 접합부와 인접한 지강관에서 파괴가 일어났다.

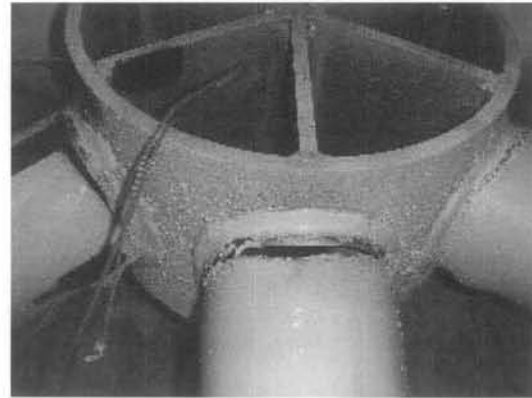


그림 5. 기존 접합부의 파괴양상

표 2. 실험체 일람

치수	실험체명	기존접합부	ALT 1	ALT 2
주강관 (mm)		Ø267.4×8	Ø139.8×4.5	
지강관 (mm)		Ø101.6×3.2		
플레이트두께 (mm)		9	9	9
플레이트 삽입길이 (mm)		-	-	100
여장의 유무		X	X	X

하중은 오일잭 하부에 설치한 로드셀을 이용하여 측정하였으며, 변위는 실험체 중앙부에 2개의 LVDT를 설치하여 두 개의 평균값을 데이터로 사용하였다. 이때, 실험체의 중앙부에서 지점까지의 거리를 동일하게 하기 위해 원형강관 6개를 정육각형의 형태로 용접하여 지지받침을 제작하였으며, 실험중 지강관의 이동 및 예기치 못한 안전사고의 방지를 위해 지지받침에 가이드 플레이트를 용접하였다. 지점조건은 6개의 단부 모두 이동단으로 설정하였으며, 지지받침과 실험체의 마찰력을 최소화 할 수 있도록 윤활제를 사용하였다. 또한, 지강관 단부의 국부좌굴의 방지를 위해 십자 형태의 보강철물을 제작하여 지강관의 단부에 삽입하여 실험을 수행하였다. 그림 4는 가력 전 실험체 세팅이 완료된 모습이다. 실험체의 크기 및 플레이트와 강관의 치수는 표 1과 같다. 여기서, 기존접합부의 플레이트 두께는 내다이어프램의 두께이며, ALT 1의 플레이트 두께는 가셋 플레이트의 두께를 말한다.

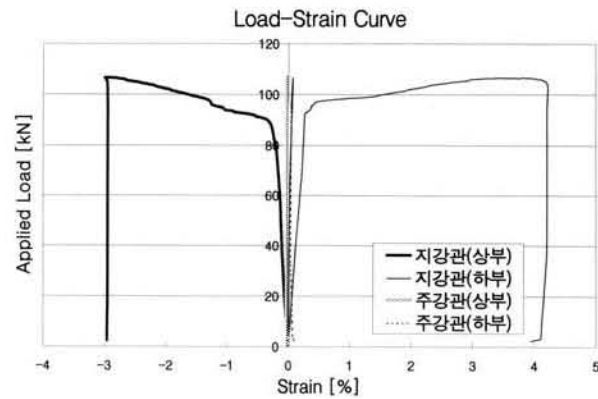


그림 6. 기존 접합부의 Load-Strain Curve

그림 5의 기존 접합부의 경우, 접합부에 인접한 지강관의 하부에서 균열이 관찰되었으며, 이어서 강관의 하부가 찢어지면서 하중이 감소되는 파괴양상을 보였다. 그림 6은 기존 접합부의 하중-변형을 곡선이다. 이 그래프에 나타난 바와 같이, 지강관 상부의 변형은 102 kN에서, 하부의 변형은 105 kN에서 급격하게 증가하나, 주강관의 상부와 하부에서는 변형이 거의 발생하지 않음을 알 수 있다.

ALT 1 실험체는 그림 7과 같이 먼저 중앙부의 원형 주강관이 육각형의 형태로 변형을 일으키고, 뒤이어 그림 8에서와 같이 지강관의 하부에서 파괴가 일어났다. 다른 실험체와는 달리 ALT 1 실험체는 다이어프램이 적용되지 않았기 때문에, 가셋 플레이트만으로는 주강관의 국부좌굴의 방지에 효과적으로 기여하지 못한다고 사료된다. 그림 9의 하중-변위 곡선을 보면, 지강관 상부의 변형은 109 kN, 하부의 변형은 107 kN에서 급격하게 증가하였음을 알 수 있다. 또한, 주강관의 상부의 변형

에서는 인장과 함께 약 0.12%의 영구 변형이 발생하였다. 이는 주강관의 상부에 작용된 인장력으로 인한 것이라 판단된다.

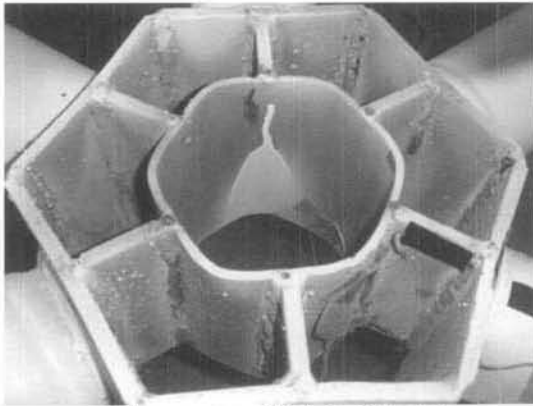


그림 7. ALT 1 실험체의 주강관 변형



그림 8. ALT 1 실험체의 지강관 파괴

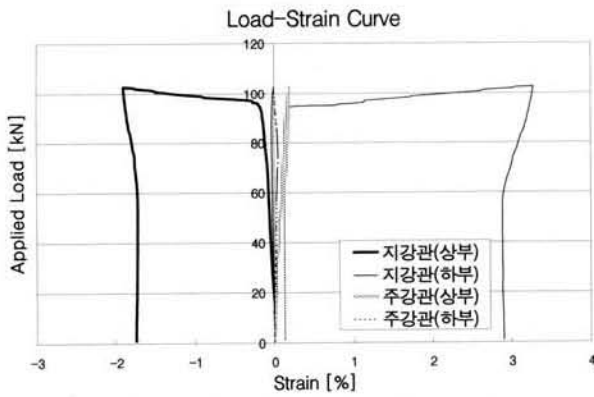


그림 9. ALT 1 실험체의 Load-Strain Curve

ALT 2 실험체는 기존 접합부와 마찬가지로 주강관의 변화 없이 지강관에서 파괴가 발생하였다. 삽입플레이트의 끝부분에 인접한 지강관의 하부에서 먼저 균열이 발생되었으며, 최종적인 파괴 형태는 그림 10과 같다.

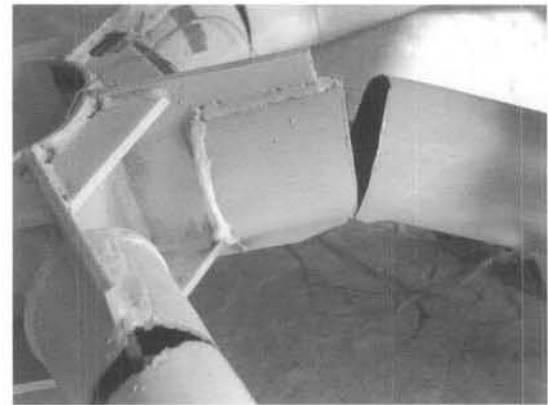


그림 10. ALT 2 실험체의 파괴양상

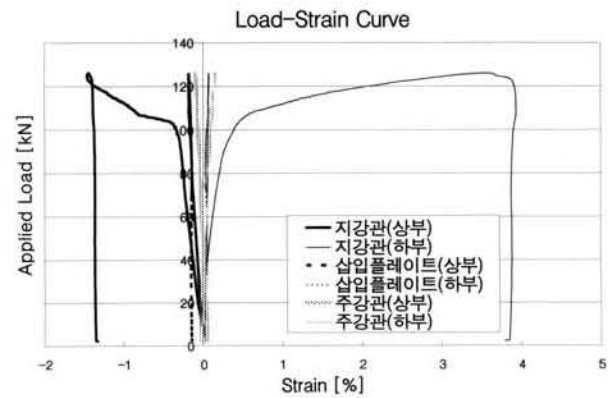


그림 11. ALT 2 실험체의 Load-Strain Curve

ALT 2 실험체에서는 기존접합부와는 달리, 삽입 플레이트를 적용하였기 때문에 삽입플레이트의 상·하부에서도 스트레인 게이지를 부착하여 변형률을 측정하였으나, 삽입플레이트는 탄성 범위 내에서 거동하는 것으로 나타났다. 그림 11의 하중-변형률 곡선에서 살펴보면, 지강관의 상부는 117 kN, 하부는 119 kN에서 급격한 변형이 진행되었음을 알 수 있다.

기존접합부, ALT 1, ALT 2 실험체의 하중-변위 곡선은 그림 12에 나타나 있으며, 초기강성 및 내력은 표 2와 같다.

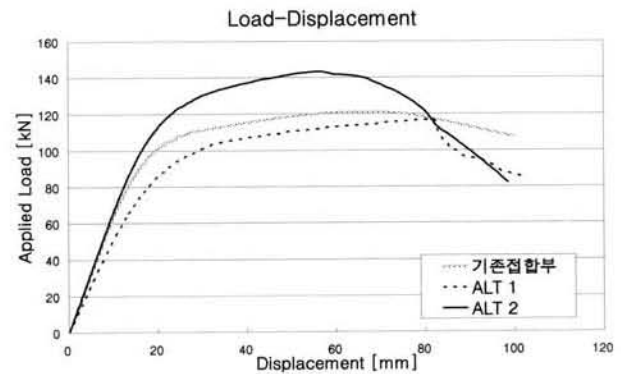


그림 12. 기존접합부와 제안된 접합부의 하중-변위 곡선

표 3. 기존 접합부와 제안된 접합부의 초기강성 및 내력 비교

결과 \ 실험체명	기존접합부	ALT 1	ALT 2
초기강성(kN/mm)	6.29	5.17	6.62
항복하중 (kN)	85.05	74.24	100.02
항복변위 (mm)	14.51	15.94	16.40
극한하중 (kN)	121.21	116.91	143.29
극한변위 (mm)	68.67	81.39	55.80
$K_i/K_{i,기존}$	1	0.82	1.05
$P_y/P_{y,기존}$	1	0.87	1.18
$P_u/P_{u,ALT2}$	1	0.96	1.18

注  $K_i$  = 초기강성,  $P_y$  = 항복하중,  $P_u$  = 극한하중

ALT 1 실험체의 초기강성은 5.17 kN/mm이며, 이는 기존 접합부의 초기강성인 6.29 kN/mm에 비해 약 18% 낮게 나타났으며, 내력 또한 약 13% 감소되었다. 기존접합부와 ALT 2 실험체를 비교해 보았을 때, ALT 2 실험체의 초기 강성은 6.62 kN/mm이며, 이는 기존접합부에 비해 약 5% 높게 나타났다. 또한 같은 변위 하에서 ALT 2 실험체가 더 많은 하중을 지지할 수 있음을 예측할 수 있다.

### 3. 변수에 따른 접합부의 실험

#### 3.1 실험체 개요

기존접합부, ALT 1, ALT 2 실험체의 실험 결과를 바탕으로 하여 기존접합부에 비해 초기강성 및 내력이 증가한 ALT 2 실험체에 대해 삽입 플레이트의 두께, 삽입길이, 여장의 유무가 접합부의 구조성능에 미치는 영향을 고찰하여 ALT 2 보

다더 나은 구조성능을 갖는 접합부를 제안하기 위하여 상기의 사항들을 각각 변수로 한 접합부 실험을 수행하였다.

실험체 세팅 및 실험방법은 앞서 수행한 실험과 동일하게 적용하였으며, 삽입길이를 100mm를 기준으로 한 실험체의 크기 및 치수는 그림 13, 그림 14, 표 3에 나타내었다.

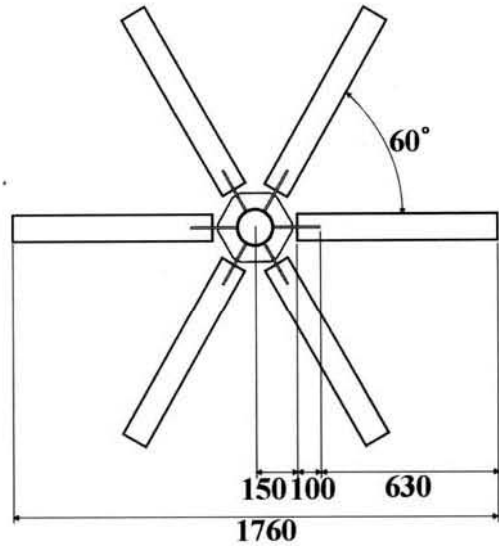


그림 13. 삽입길이 100mm를 기준으로 한 평면도

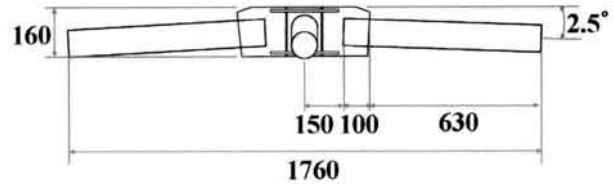


그림 14. 삽입길이 100mm를 기준으로 한 단면도

표 4. 실험체 일람

실험체명 \ 치수	ALT 2	W-50L	W-80L	W-120L	W-6T	W-12T	W-Hole
주강관 (mm)	Ø139.8×4.5						
지강관 (mm)	Ø101.6×3.2						
외다이아프램 (mm)	9						
삽입플레이트 두께 (mm)	9	9	9	9	6	12	9
플레이트 삽입길이 (mm)	100	50	80	120	100	100	100
여장의 유무	X	X	X	X	X	X	O

### 3.2 실험 결과

제안된 접합부인 ALT 2 실험체에 대해 삽입플레이트의 두께, 삽입길이, 여장을 변수로 하여 6 종류의 실험체에 대해 실험을 수행한 결과는 다음과 같다.

W-50L, W-80L, W-120L, W-12T 실험체의 파괴양상은 ALT 2 실험체와 거의 유사하였으나, 초기강성과 내력에서는 차이가 있었다.

그림 15에서와 같이 W-6T 실험체는 지강관에서 변형이 발생한 ALT 2 실험체와는 달리, 삽입 플레이트에서 먼저 횡좌굴이 발생하였으며, 그로 인해 초기 하중이 감소하였다. 그림 16에서와 같이 W-6T 실험체의 하중-변형률 곡선에서는 ALT 2 실험체와는 달리 삽입 플레이트에서 변형이 가장 크게 발생하는 것을 볼 수 있다.

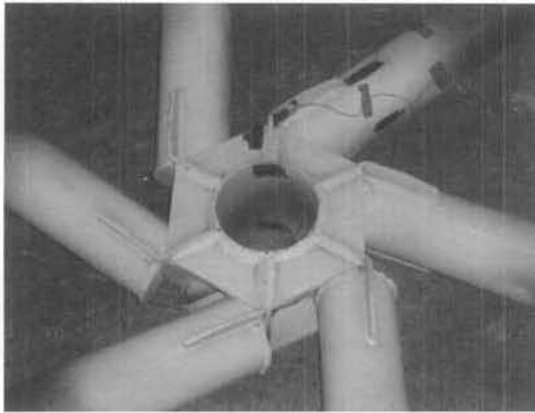


그림 15. W-6T 실험체의 파괴양상

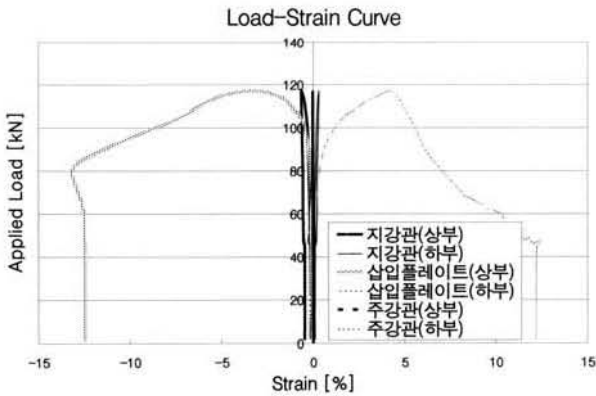


그림 16. W-6T 실험체의 Load-Strain Curve

W-Hole 실험체는 삽입 플레이트가 끝나는 부분의 지강관에 여장을 두어 여유공간을 확보함으로써 삽입 플레이트에 의한 지강관의 응력집중의 완화를 위한 목적으로 적용하였으며, 그 형태는 그림 17과 같다. W-Hole 실험체의 파괴는 여장이 있

는 부분에서 진행되었으며, 그림 18과 같이 지강관의 하부가 찢어지는 파괴양상을 나타내었다.

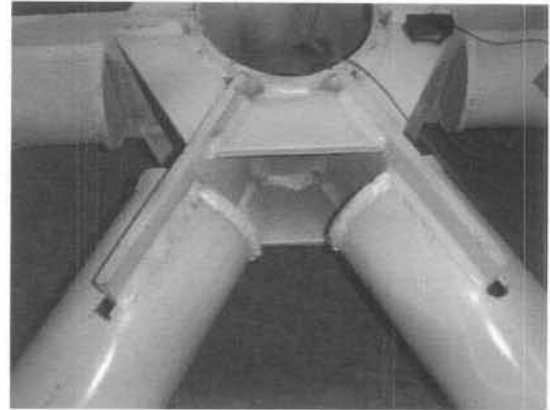


그림 17. W-Hole 실험체의 여장

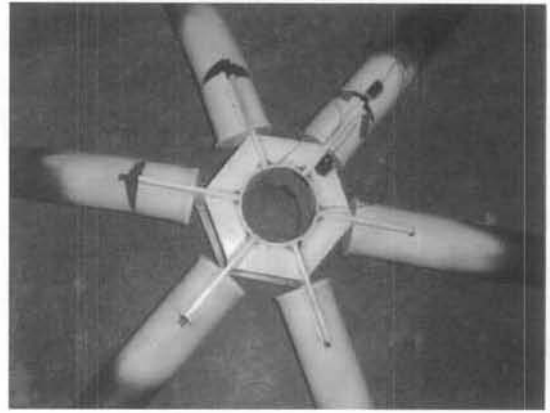


그림 18. W-Hole 실험체의 파괴

## 4. 변수에 따른 실험결과의 고찰

ALT 2 실험체에 적용된 삽입 플레이트가 접합부의 성능에 미치는 영향을 알아보기 위해 삽입 플레이트의 길이와 두께, 여장을 변수로 한 실험 결과를 각각 비교하였다.

실험 결과를 나타낸 표를 통한 실험체의 초기강성, 내력, 최대변형에너지 등에 대한 수치적인 비교와 함께 하중-변위 곡선을 통해 각 실험체들 간의 관계에 대해 설명하였다.

### 4.1 삽입 플레이트의 삽입길이에 따른 비교

삽입플레이트의 삽입 길이에 따른 강성 및 내력에 대한 비교를 표 4와 그림 19에 나타내었다. 삽입플레이트의 길이가 길어질수록 초기강성 및 항복하중, 최대하중이 증가되는 것을 알 수 있다.

표 5. 삽입길이에 따른 강성 및 내력

결과 \ 실험체명	W-50L	W-80L	ALT 2	W-120L
초기강성 (kN/mm)	5.28	5.92	6.62	7.18
항복하중 (kN)	85.05	98.54	100.02	100.31
항복변위 (mm)	17.08	17.65	16.40	15.82
극한하중 (kN)	117.36	135.58	143.29	145.80
극한변위 (mm)	47.24	53.64	55.80	48.33
$E_{max}$ (kN·mm)	4,172	5,730	6,638	5,434
$K_i/K_{i,ALT2}$	0.80	0.89	1	1.08
$P_y/P_{y,ALT2}$	0.85	0.99	1	1.00
$P_u/P_{u,ALT2}$	0.82	0.95	1	1.02

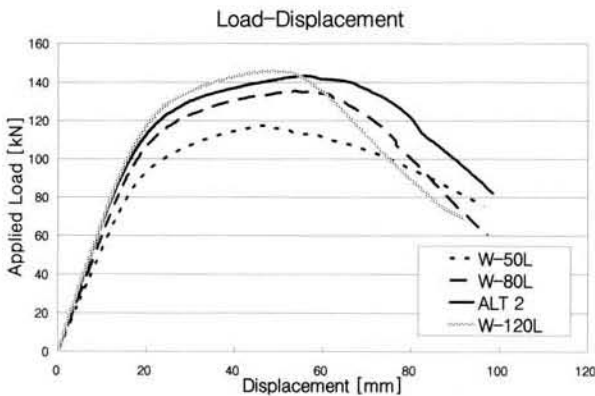


그림 19. 삽입길이에 따른 하중-변위 곡선

그러나 ALT 2 실험체에 비해 W-120L 실험체의 항복하중과 최대하중의 증가는 약 0~2%정도로 미미한 반면 극한변위는 W-120T 실험체에 비해 ALT 2 실험체가 더 큰 값을 나타내었다. 또한 최대 변형 에너지의 측면에서도 ALT 2 실험체가 6,638 kN·mm로 가장 높은 결과를 나타냈으며, 이는 ALT 2 실험체가 에너지 소산 능력이 가장 크다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 삽입 플레이트의 길이가 일정 길이 이상 길어질 경우 삽입 플레이트의 세장비가 커져 지강관이 항복하기 전 플레이트에서 먼저 항복이 발생하였기 때문으로 추론된다. 즉, 접합부 성능의 관점에서 볼 때, 삽입길이에 의한 삽입플레이트의 구속력의 영향보다 삽입 플레이트의 세장비에 의한 영향이 더 크다고 판단된다.

4.2 삽입플레이트의 두께에 따른 비교

표 5와 그림 20에 나타낸 바와 같이 삽입 플레이트의 두께가 증가할수록 초기강성이 증가하여 W-12T 실험체가 6.78 kN/mm 로 가장 높은 결과를 나타냈으나, 극한변위는 ALT 2

실험체가 가장 높았으며, 최대 변형 에너지 또한 ALT 2 실험체가 6,638 kN·mm 로 가장 크게 나타났다. 이는 W-12T 실험체의 변형능력과 연성능력이 ALT 2 실험체에 비해 더 작다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 최대 변형 에너지에서도 볼 수 있으며, W-12T 실험체가 ALT 2 실험체에 비해 약 17%정도 낮은 결과가 나타났다. 이는 삽입 플레이트가 일정 두께 이상이 되면 부재에 비해 접합부가 큰 강성을 갖게 되어 부재에서의 취성적인 거동이 발생하기 때문으로 판단된다.

W-6T 실험체의 경우 다른 실험체에 비해 초기에 내력이 감소하였다. 이는 삽입 플레이트의 세장비 영향에 따른 횡좌굴 때문이라 판단된다.

표 6. 두께에 따른 강성 및 내력

결과 \ 실험체명	W-6T	ALT 2	W-12T
초기강성 (kN/mm)	6.23	6.62	6.78
항복하중 (kN)	88.32	100.02	106.83
항복변위 (mm)	15.51	16.40	17.04
극한하중 (kN)	117.21	143.29	142.54
극한변위 (mm)	32.65	55.80	49.81
$E_{max}$ (kN·mm)	2,762	6,638	5,486
$K_i/K_{i,ALT2}$	0.94	1	1.02
$P_y/P_{y,ALT2}$	0.88	1	1.07
$P_u/P_{u,ALT2}$	0.82	1	0.99

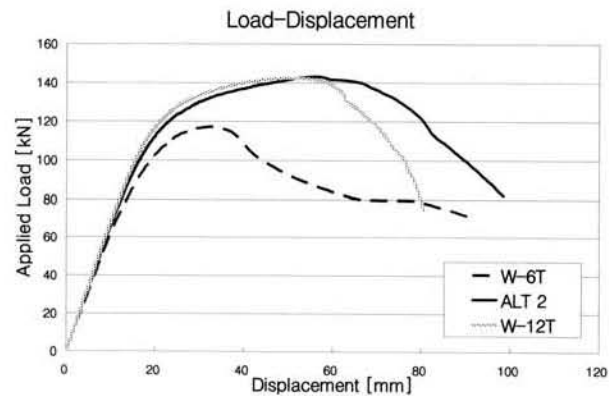


그림 20. 두께에 따른 하중-변위 곡선

4.3 여장의 유무에 따른 비교

표 6과 그림 21에서는 여장의 유무에 따른 강성 및 내력을 비교하였다. 실험결과, 강성 및 내력, 최대 변형에너지 모두 ALT 2 실험체가 약 6~13% 가량 높게 나타남을 알 수 있다.

표 7. 여장의 유무에 따른 강성 및 내력

결과 \ 실험체명	W-Hole	ALT 2
초기강성 (kN/mm)	6.22	6.62
항복하중 (kN)	88.61	100.02
항복변위 (mm)	15.30	16.40
극한하중 (kN)	124.18	143.29
극한변위 (mm)	50.00	55.80
$E_{max}$ (kN·mm)	5.034	6.638
$K_i/K_{i,ALT2}$	0.94	1
$P_y/P_{y,ALT2}$	0.89	1
$P_u/P_{u,ALT2}$	0.87	1

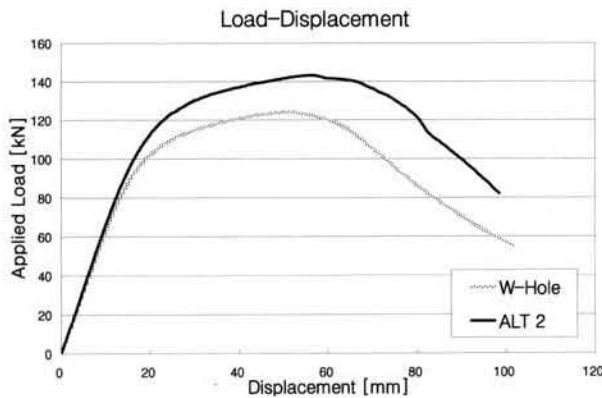


그림 21. 여장의 유무에 따른 하중-변위 곡선

이는 접합부에서 전달된 응력이 삽입 플레이트를 따라 지강 관으로 전달되는 과정에 있어서 전달되는 부분의 유효 단면 감소로 인해 내력 및 강성이 저하된 것으로 판단된다.

### 5. 결 론

본 연구에서는 기존의 용접 접합부에 비해 구조성능이 향상된 새로운 형태의 용접 접합부를 제안하고 다양한 변수를 적용한 휨실험을 통해 제안한 접합부의 성능을 검토하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 기존 접합부와 제안된 접합부인 ALT 1, ALT 2 실험체에 대한 휨실험을 수행한 결과, ALT 2 실험체의 강성 및 내력이 기존 접합부에 비해 각각 5%, 18% 증가한 것으로 나타났다.
- (2) 삽입플레이트의 삽입길이가 길어지면 초기강성은 증가하는 경향을 보였으나, 항복변위 및 에너지 변형 능력은 감

소하는 것으로 나타났다. W-120L 시험체의 경우, ALT 2 실험체에 비해 강성은 약 8% 증가한 반면, 에너지 변형 능력은 약 19% 감소하였다.

- (3) 삽입플레이트의 두께는 일정 두께 이상을 만족시켜야 하며, 두께가 6mm인 W-6T 실험체의 경우 삽입 플레이트에서 심한 변형이 발생하여 조기에 하중이 감소하였다. 또, W-12T 시험체는 ALT2 실험체에 비해 초기강성은 약 2%증가한 반면, 에너지 변형 능력은 약 17% 감소하였다.
- (4) 여장의 유무에 따른 비교실험 결과, W-Hole 실험체에서 여장으로 인한 유효단면의 감소로 인해 ALT 2 실험체보다 강성 및 내력이 각각 약 6%와 약 11% 감소하였다.
- (5) 추후 본 논문에서 제안한 용접접합부의 실제 적용을 위한 설계식의 제안에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 연구개발사업의 연구비지원 (과제번호# 06 건설핵심B03)에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

대한건축학회(1998), 강관구조 설계기준 및 해설, 대한건축학회.  
 박철호, 한상울(2003) 볼트 삽입식 볼 조인트의 휨 강성 평가에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집 구조계, 대한건축학회, Vol.19, No.11, pp. 65-72.  
 한상울, 이진섭, 권현재(2001) 접합부의 특성을 고려한 볼 접합 단층 래티스 돔의 탄소성 좌굴해석, 대한건축학회논문집 구조계, 대한건축학회, Vol.17, No.6, pp.43-50.  
 日本建築學會(2004), 돔構造の技術レビュー : 事例をとりして最新構造計技術をみる, 日本建築學會, 日本.  
 Aitziber Lopez, Inigo Puente, Miguel A. Serna(2007) Direct evaluation of the buckling loads of semi-rigidly jointed single-layer latticed domes under symmetric loading, Engineering Structures, 29, pp.101-109.  
 Aitziber Lopez, Inigo Puente, Miguel A. Serna(2007) Numerical model and experimental tests on single-layer latticed domes with semi-rigid joints, Computers and Structures, 85, pp.360 - 374.

(접수일자 : 2008. 7. 4 / 심사일 2008. 7. 25 / 게재확정일 2008. 10. 10)