

새로운 접합상세를 가진 단층 래티스 돔의 비탄성 거동에 관한 실험연구

Experimental Study on the Inelastic Behavior of Single-layer Latticed Dome with New Connection

김 명 한¹⁾ · 오 명 호²⁾ · 정 승 열³⁾ · 김 상 대⁴⁾
Kim, Myeong Han · Oh, Myoung Ho · Jung, Seong Yeol · Kim, Sang Dae

요 약 : 이 논문에서는 새롭게 제안된 접합부를 적용한 단층 래티스 돔의 비탄성 거동에 대해 실험적으로 분석하였다. 구조적인 성능과 시공성을 모두 만족시키기 위해서 제안된 새로운 접합부를 적용하여 강관으로 구성된 스펠 7m의 단층 래티스 돔의 축소실험모델을 제작하였으며, 각 절점에 균일한 하중이 가력되도록 하중전이장치를 이용하여 정적재하실험을 수행하였다. 최대가력하중은 1,114kN이었고, 일부 접합부의 항복 이후에 강관부재의 좌굴이 발생하였다. 강관부재의 좌굴발생 이후에는 가력장치가 허용할 수 있는 변위까지 실험을 수행하였으며, 실험을 통해서 구해진 단층 래티스 돔의 비탄성거동을 하중 단계별로 분석하였다.

ABSTRACT : This study discusses the inelastic behavior of single-layer latticed dome, which consists of a tubular truss member and newly proposed joint sections, through a loading test on a scaled-down structure. The loading test was performed under displacement control conditions, using loading transfer system for the same value of point loads on all joints. The maximum applied load was nearly 1.6 times of the design load, and structural failure occurred after exceeding the compressive yielding in some members. Structural displacement was maintained up to the limit of the oil jack. The behavior of the latticed dome from the loading test was analyzed according to the order of loading steps.

핵심용어 : 단층 래티스 돔, 비탄성 좌굴, 재하시험, 구조설계

KEYWORDS : single-layer latticed dome, inelastic buckling, loading test, structural design

1. 서론

국내 대공간구조에 관한 연구는 국내 여건 상 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 이론연구와 중·소규모의 실제 프로젝트 수행 경험에 머물고 있는 실정이다. 외국의 경우 이미 초대형 대공간 건축물에 대한 수요에 대응하여 많은 실험과 해석적 연구가 진행되어 이미 어느 정도 기술력을 갖추고 있다. 근래에 국내에서도 대공간 건축물의 수요가 증가하고 있으나 외국의 고급 핵심기술의 폐쇄된 장벽을 극복하기 어렵기 때문에 아직 이에 대한 기술력이 확보되지 못한 상태이다.

이 논문은 대공간 구조에 대한 국내실험연구의 초기단계로 계획되었으며, 국내 실정에 맞게 새롭게 제안된 접합부를 적

용한 단층 래티스 돔의 비탄성 거동을 분석하여 대공간구조의 실험 및 해석의 기초 자료를 제시하고자 하였다.

지금까지 대공간 구조에 대한 수행된 국내의 실험은 거의 없으며, 국외의 실험은 대부분 볼 조인트 형태의 반강접 접합부를 가진 단층 래티스 돔의 실험이 주로 수행되었다(Hiyama et al., 2000, Lopez et al., 2007). 이러한 볼 조인트 형태의 반강접 접합부는 시공성 측면에서는 우수하나 강성 측면에서는 불리한 면이 있어 국내 제작사와 설계자 사이의 충분한 협의를 통해 강관과 플레이트를 용접한 형태의 새로운 접합부를 개발하게 되었다.

이 논문에서 계획된 단층 래티스 돔의 부재는 절점 당 70kN의 설계하중으로 하여 총 490kN으로 하여 강관으로 설

1) 대전대학교 건축공학과 조교수, 공학박사(mhk314@daejin.ac.kr)

2) 교신저자, 목포대학교 건설공학부 조교수, 공학박사

(Tel. 061-450-2458, Fax. 061-450-6454, E-mail: ohmho@mokpo.ac.kr)

3) 고려대학교 대학원 건축·사회환경시스템공학과 석사과정(jungsy80@korea.ac.kr)

4) 고려대학교 건축·사회환경시스템공학과 교수, 공학박사(sdk@korea.ac.kr)

본 논문에 대한 토의를 2009년 10월 31일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

제하였고, 실험실의 용량을 고려하여 스펠 7m, 높이 0.845m의 축소모델로 제작하여 정적재하실험을 수행하였다. 실험체 가력은 중앙부 1절점을 비롯해 주변부 6절점을 포함해 총 7절점

판 7m, 높이 0.845m의 축소모델인 단층 래티스 돔으로 이 연구에서 새롭게 제안된 접합부를 적용하여 정적재하실험을 위해 계획되었다. 그림 2에 접합부의 형태를 나타내었다. 단층

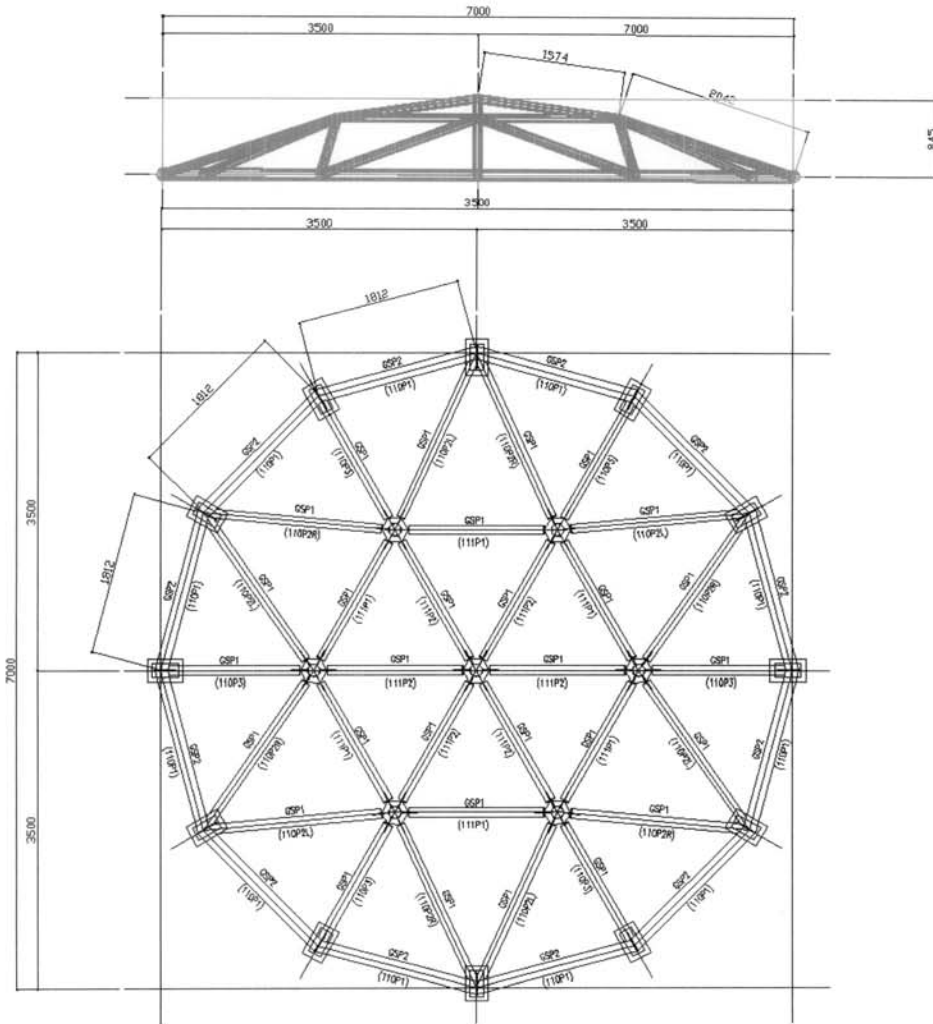


그림 1. 실험체의 형태 및 치수

에 하였다. 총 7절점에 균일한 하중을 가력하기 위해 하중전 이장치를 이용하여 변위제어방식으로 정적재하실험을 실시하였다. 정적재하실험을 통해 구해진 단층래티스 돔에 대한 거동의 실험결과를 바탕으로 비탄성 거동 및 파괴모드를 단계적으로 분석하였고, 제안된 접합부의 설계 시 고려사항에 대해서도 논의하였다.

2. 실험방법

2.1 실험체 개요

그림 1에 실험체의 형태와 치수를 나타내었다. 실험체는 스

래티스 돔을 구성하는 강관부재는 재질 SPS400인 원형강관과 재질 SS400인 접합부로 구성되었으며 압축을 받는 강관 부재의 경우 P101.6×3.2t, 인장을 받는 최외곽 강관 부재의 경우 P139.8×4.5t로 제작하였다.

접합부의 형태는 원형 강관의 접합을 쉽게 하기 위해 접합부의 절점에 수직으로 원형강관을 세우고 수직 플레이트를 이용하여 용접한 후, 이러한 수직 플레이트에 접합부로 접합되는 원형강관에 홈을 낸 후 서로 용접하여 접합하였다. 또한 접합부에 사용되는 수직 플레이트의 보강을 위해 서로 인접한 수직 플레이트 사이의 상부 및 하부에 수평 플레이트로 용접하여 보강하였다. 또한 실험체 지점은 단층 래티스 돔의 중심 방향으로의 이동단을 구현할 수 있도록, 즉 중심 방향으로의 수평변

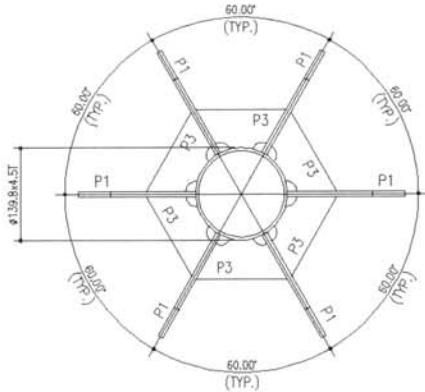


그림 2. 접합부의 형태

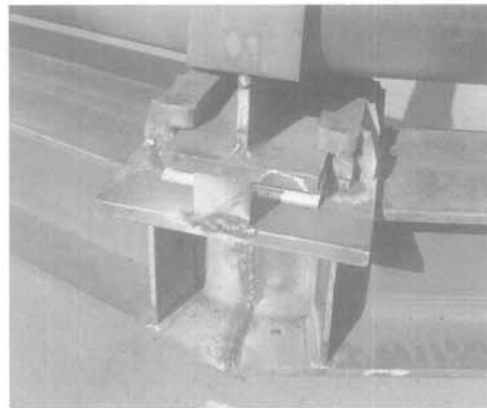
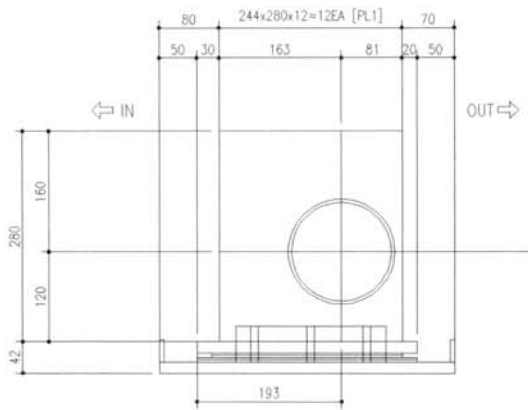


그림 3. 지점부(롤러)의 형태

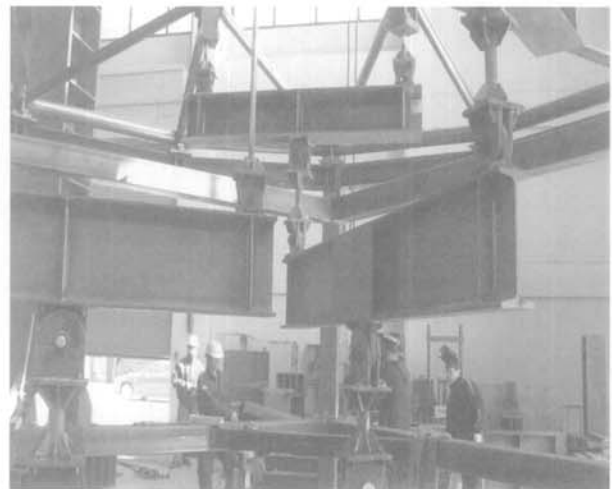
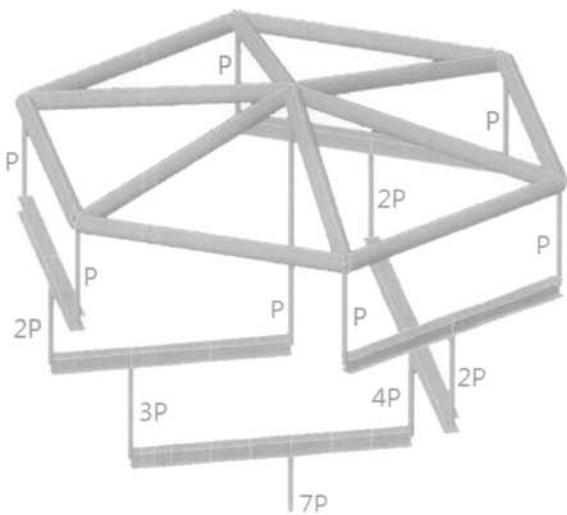


그림 4. 하중전이보의 원리 및 형상

위는 허용하고 수직 변위는 구속할 수 있도록 지점 하부에 테프론을 시공하여 이동단의 역할을 할 수 있도록 계획하였다(그림 3 참조).

2.2 가력방법

가력은 정점 및 그 주위의 6개 절점, 총 7절점에 균등하게 가력하기 위하여 하나의 오일잭과 이와 연결된 하중전이보를 설치하였다. 실험은 단층 래티스 돔의 중심에 있는 오일잭을



그림 5. 실험체 셋업

이용하여 실험체 정점 변위를 천천히 증가시키는 변위제어방식으로 실시하였다. 그림 4에 하중전이보의 원리 및 형상을 나타내었다. 이러한 하중전이보를 설치하기 위해 실험체 아래에 좌대를 약 3.3m 높이로 설치하였고, 이러한 좌대 위에 실험체를 올려놓은 후 총 12점에 이동단(롤러) 처리를 하였다. 전체적인 실험체 형상은 그림 5와 같다.

2.3 측정방법

각 절점의 변위는 변위계로, 주요 부재의 변형률은 Strain Gage로 측정하였다. 변위는 실험체의 정점 및 그 주위의 6절점, 총 7절점의 수직변위를 측정하였고, 수평변위는 12시, 3시, 6시, 9시 방향의 지점, 모두 4절점에서 측정하였다. 그림 6에 변위계 및 Strain Gage의 측정위치를 나타내었다. 이 그림에서 Z는 수직변위를, H는 수평변위를 표시한 것이다.

또한 그림 1에서 보는 바와 같이 실험체의 중앙에서부터 외주에 걸쳐 5종류의 부재가 있기 때문에 각 종류 1개씩 부재 중앙부에 1방향 Strain Gage를 원형강관의 단면의 중심에서 상하좌우 각각 4개씩 부착하였다. 또한 최외주의 인장재(E)와 압축재(A, B, C)에서 절점에 가까운 F, G, H, I에도 부착하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 재료시험

실험에 앞서 단층 래티스 돔을 구성하는 접합부 플레이트와 강관의 인장시험을 수행하였다. SS400 재질로 제작된 접합부의 항복강도 F_y 와 인장강도 F_u 는 표 1에 나타내었다. 또

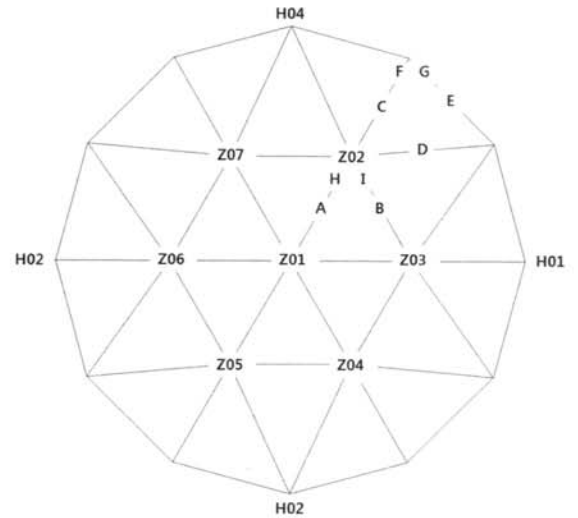


그림 6. 변위계 및 Strain Gage 설치 위치

한 SPS400 재질로 제작된 강관의 항복강도 F_y 와 인장강도 F_u 는 표 2에 나타내었다. 실험체 거동 분석은 표 2의 평균 항복강도 F_y 와 인장강도 F_u 를 기준으로 하였다.

표 1과 표 2에서 보는 바와 같이 접합부 플레이트의 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 가 강관부재보다 작음을 알 수 있다. 이러한 인장시험결과는 추후 실험에서 접합부 파괴가 선행된 요인을 제공하였다.

표 1. 접합부 플레이트의 재료시험결과

시편	F_y (MPa)	F_u (MPa)	연신율(%)	재질
1	301	377	38.5	SS400
2	280	373	42.0	
3	282	373	43.8	
평균	288	374	41.4	

표 2. 강관부재의 재료시험결과

시편	F_y (MPa)	F_u (MPa)	연신율(%)	재질
1	459	493	30.0	SPS400
2	447	485	29.9	
3	452	490	28.9	
4	454	503	29.8	
5	554	596	27.1	
6	434	487	30.0	
평균	467	509	29.3	

3.2 실험체 파괴양상

실험은 중앙에 있는 오일잭을 이용하여 정점 변위를 천천히 증가시키는 변위제어방식으로 실시하였다. 정점 변위를 증가시키기 위한 하중을 오일잭으로 가력하면 하중전이보를 통하

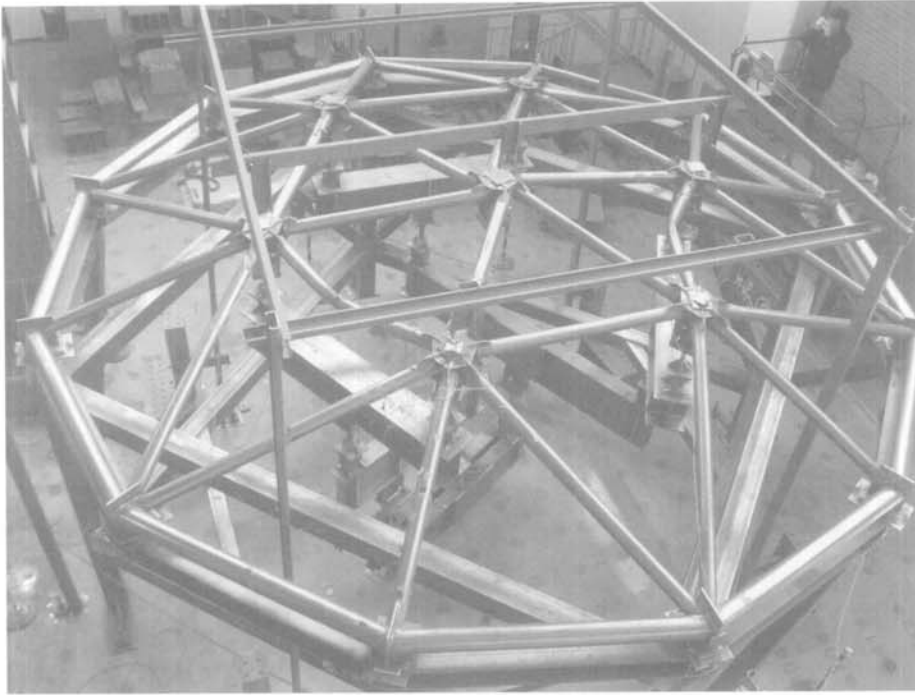


그림 7. 실험체 좌굴 발생 양상

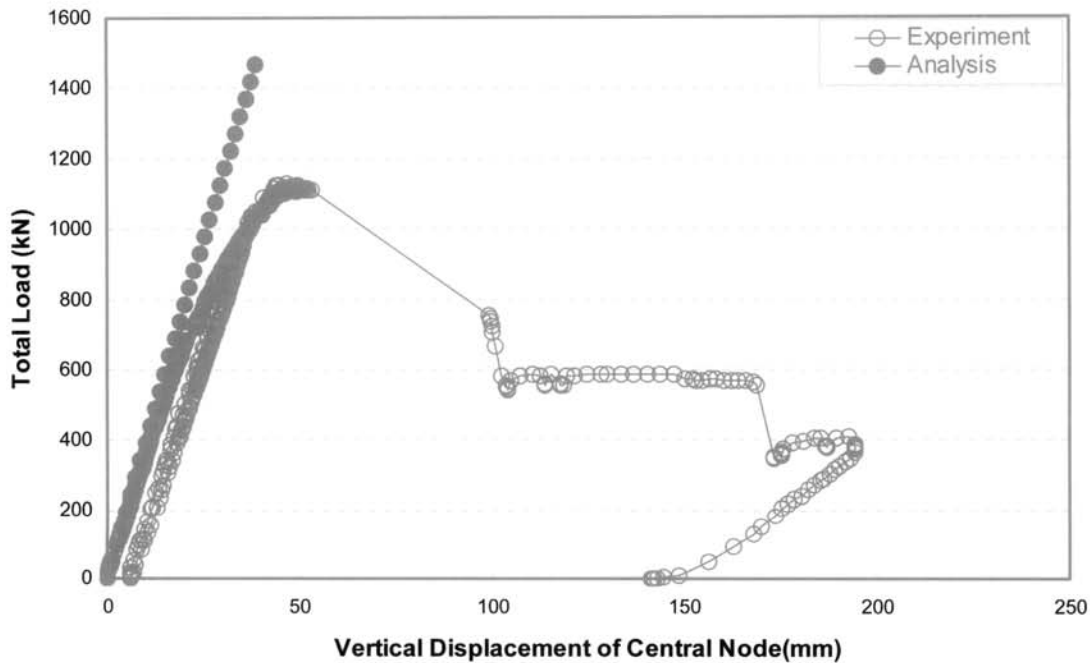


그림 8. 실험결과와 해석결과와의 비교

여 정점과 그 주변의 6절점, 모두 7절점에 균등하게 하중이 가해질 수 있도록 하였다. 초기 실험은 1,000kN까지 가력하였으나 부재에 어떠한 좌굴도 일어나지 않아 로드셀을 제거하고 다시 unloading 한 후 재 가력을 실시하였다.

전체하중이 700kN까지 단층 래티스 돔의 거동은 선형적으로 거동하였고, 그 후 접합부 일부에서 항복하여 비탄성 거동이 일어남을 알 수 있었다. 최대하중 1,114kN에서 접합부가

파괴된 이 후 지지능력이 급격히 떨어진 후 부재의 첫 번째 좌굴은 중앙 부근의 압축 부재에서 전체 하중 750kN, 정점변위 99mm에서 발생하였다. 이 후 추가로 정점 변위를 증가시켜 두 번째 좌굴은 전체 하중 568kN, 정점변위 169mm에서 발생하였다(그림 7 및 8 참조). 이 후 정점변위를 200mm까지 가력한 후 실험을 종료하였다.

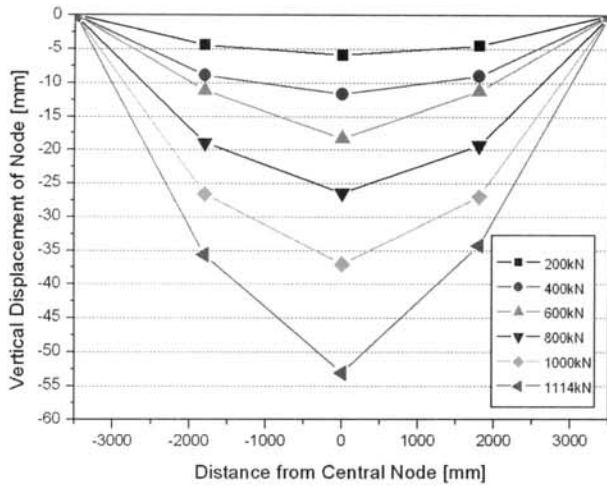


그림 9. 하중단계별 수직변형모드(측정값)

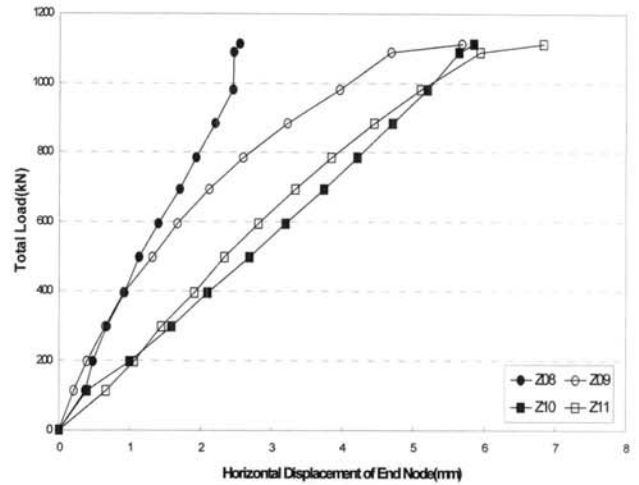


그림 10. 하중단계별 수평변형모드(측정값)

3.3 탄성해석결과와의 비교

그림 8에 실험결과와 해석결과와의 비교를 나타내었다. 해석은 MIDAS-GEN을 이용하여 탄성해석을 수행하였다. 접합부의 절점은 강접합으로, 지점은 수평의 방사방향으로의 이동단(롤러)로서 해석하였다. 그림 10에서 보는 바와 같이 약 700kN까지 상당히 일치하는 결과를 얻을 수 있었다. 즉 위에서 서술한 비교적 단순한 가정에 의한 해석으로도 이 실험체와 같은 접합부를 가진 단층 래티스 돔의 경우에는 충분하고 타당한 결과를 얻을 수 있는 것을 알 수 있다. 그러나 탄성해석만으로는 부재의 비탄성좌굴하중을 얻을 수 없으므로 비탄성좌굴해석과 같은 정밀해석에 대한 연구가 추후 수행되어야 할 것으로 생각된다.

표 3에 하중 단계별로 실험결과와 해석결과를 비교하여 나타내었다. 표 3에서 보는 바와 같이 700kN까지는 그 결과값의 차이가 크지 않으나 1,000kN에서는 상당한 차이가 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 전체 하중이 700kN 이후에 부재의 접합부가 소성화로 접어들면서 단층 래티스 돔의 강성이 저하되는 현상을 명확히 보여주고 있다.

표 3. 하중 단계별 수직 변위의 실험결과와 탄성해석결과와의 비교

전체 하중 (kN)	정점 변위(Z01)		주변 변위(Z02)	
	실험결과 (mm)	해석결과 (mm)	실험결과 (mm)	해석결과 (mm)
500	14.28	12.26	11.27	10.20
700	20.76	17.14	16.58	14.26
1,000	35.24	24.48	20.35	20.35

3.4 변형모드

그림 9에 하중단계별 변위의 대칭성을 분석하기 위해 H03-Z06-Z01-Z03-H01을 잇는 단층 래티스 돔의 단면 절점의 수직변위를 하중단계별로 나타낸 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 하중 단계에 따라 실험체 파괴 전까지 비교적 하중이 고르게 가해지고 있음을 확인할 수 있다. 즉 이는 실험에서 계획한 바대로 총 7절점에 균등하게 하중을 가하고자 하는 하중전이부의 역할을 제대로 수행한 것임을 확인할 수 있었다.

그림 10에 수평방향 변위의 변형모드를 나타내었다. 지점에서 수평방향 변위를 이동단으로 허용하였기 때문에 수평방향 변위가 발생하고 있고, 바깥쪽으로 움직이고 있음을 알 수 있다. Z08(3시 방향 단부 수평변위)의 수평변위가 상대적으로 작아 다른 쪽으로 하중이 집중된 것으로 판단된다.

3.5 하중-변형률 관계

그림 11에 각 부재의 하중-변형률 곡선을 나타내었다. 이 그림에서 부재의 기호는 그림 6에 나타낸 바와 같다. A~E점은 각 부재의 중앙(절점 간의 중앙점)으로, F, G, H, I는 접합부에서 10cm 떨어진 부분에 Strain Gage를 부착하였다. 각 점에는 4개의 Strain Gage를 부재의 상부로부터 시계방향으로 A01, A02, A03, A04의 순으로 부착하였다. 그림 11에서 보는 바와 같이 4개의 변형률은 동일한 점에서 하중-변형률 관계를 표시하고 있으므로 이 선들의 어긋남은 휨모멘트의 존재를 표시하며, 이 어긋남이 클수록 큰 휨모멘트가 발생하고 있음을 나타낸다.

그림 11을 살펴보면 A~D 부재는 압축(Strain Gage값이 음수), E 부재는 인장부재인 것을 알 수 있으며 단부 부분이

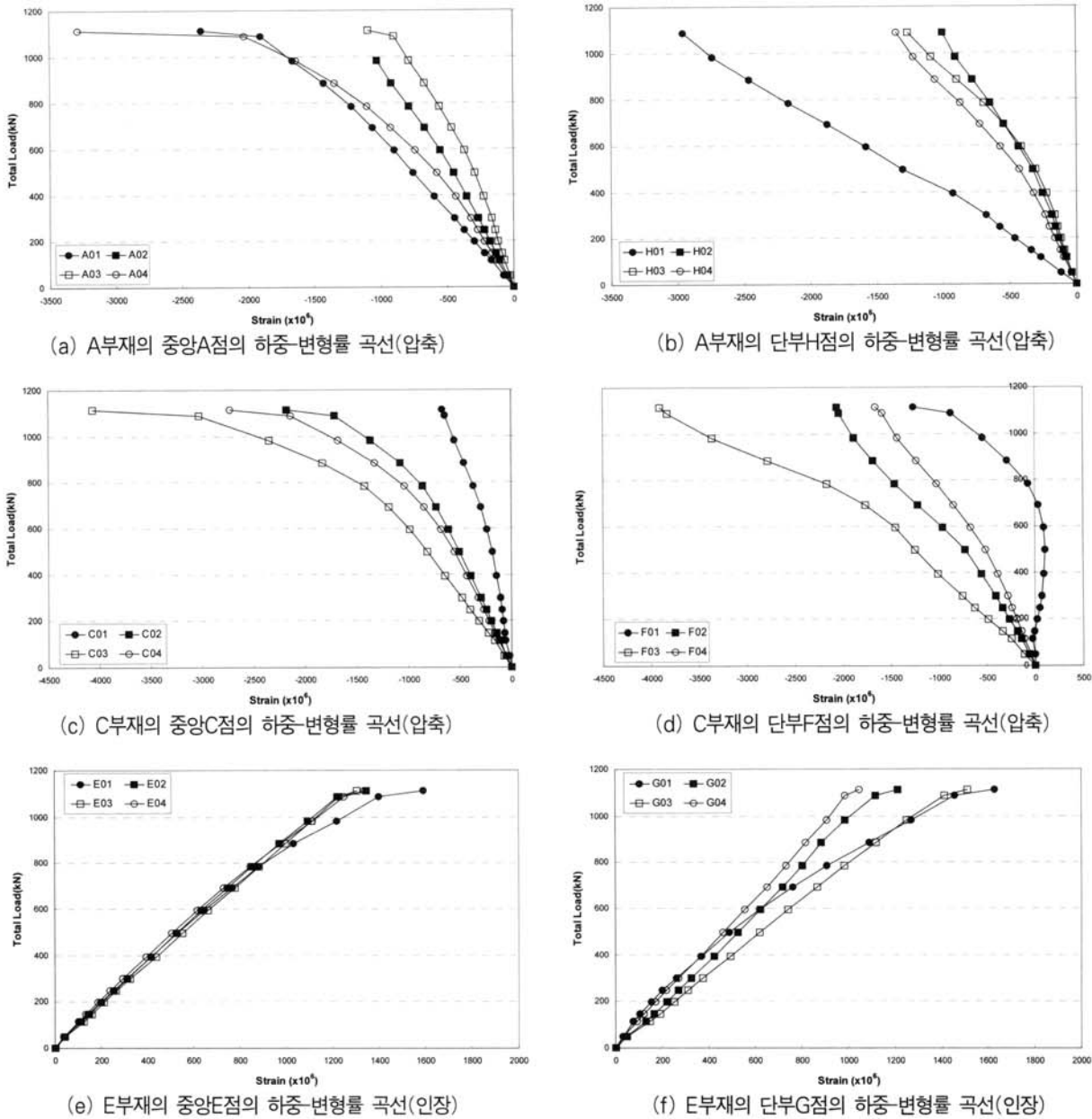


그림 11. 하중-변형률 관계(측정값)

휨에 대한 영향이 큰 것을 알 수 있다. 즉, A 부재의 단부 H 점과 C 부재의 단부 F점이 중앙부보다 더욱 더 큰 휨 모멘트가 발생하고 있다. 특히 C부재의 경우 다른 부재에 비해 상대적으로 큰 값을 나타내어 가장 응력을 많이 받는 것으로 분석되었다. 또한 인장력을 받는 E부재는 상대적으로 휨의 영향이 작음을 알 수 있다.

력에 의한 변형률은 2번과 4번의 Strain Gage값을 평균하여 다음 식(1)~(3)과 같이 산정하였다.

3.6 축력 및 휨모멘트 분포

변형의 측정결과로부터 각 부재의 축력 및 휨 모멘트는 다음 그림 12와 같은 가정으로 산정하였다. 부재에 작용하는 축

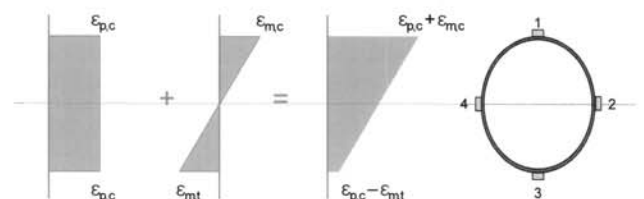


그림 12. 축력과 휨모멘트에 의한 변형률 분포 가정

$$\epsilon_{p,c} = \frac{\epsilon_2 + \epsilon_4}{2} \quad (1)$$

$$\sigma_p = E_s \cdot \epsilon_{p,c} \quad (2)$$

$$P = \sigma_p \cdot A \quad (3)$$

여기서 $\epsilon_{p,c}$ 는 축력에 의한 변형률, ϵ_2 와 ϵ_4 는 실험에서 계측한 변형률, E_s 는 강재의 탄성계수로 206,000MPa를 사용하였다. 또한 휨모멘트에 의한 변형률은 압축에 의한 변형률과 인장에 의한 변형률로 나눌 수 있는데 다음 식(4)~(9)를 이용하여 산정하였다.

$$\epsilon_{m,c} = \epsilon_1 - \epsilon_{p,c} \quad (4)$$

$$\sigma_c = E_s \cdot \epsilon_{m,c} \quad (5)$$

$$M_c = \sigma_c \cdot S_x \quad (6)$$

$$\epsilon_{m,t} = \epsilon_{p,c} - \epsilon_3 \quad (7)$$

$$\sigma_t = E_s \cdot \epsilon_{m,t} \quad (8)$$

$$M_t = \sigma_t \cdot S_x \quad (9)$$

여기서 $\epsilon_{m,c}$, $\epsilon_{m,t}$ 는 휨모멘트에 의한 압축 및 인장변형률, ϵ_1 과 ϵ_3 은 실험에서 계측한 변형률이다.

표 4에 변형률의 측정결과로부터 탄성 상태인 총 하중 490kN에서의 축력 및 휨모멘트를 나타내었다. 탄성 구간에서 부재에 걸리는 압축력 또는 인장력은 탄성해석으로 비교적 정확하게 예측할 수 있음을 알 수 있다. 그러나 이 경우에도 휨모멘트는 많은 오차가 발생하고 있음을 알 수 있다.

표 4. 탄성상태에서 각 부재의 축력 및 휨모멘트

위 치	축력(kN)		휨모멘트(kN-m)	
	실험값	해석값	실험값	해석값
A	-104.5	-106.3	1.17	0.56
H	-77.0	-106.3	4.52	1.32
B	-69.6	-80.4	1.02	0.56
I	-48.7	-80.4	2.37	0.56
C	-107.4	-121.5	1.66	0.17
F	-126.9	-121.5	3.52	0.66
D	-64.2	-65.7	0.39	0.28
E	+203.1	+220.2	0.49	1.38
G	+194.3	+220.2	1.63	1.36

4. 실험체 거동 분석

4.1 강관부재의 좌굴 검토

그림 8에서 실험체는 전체하중이 700kN 까지 증가할 때 선형 탄성으로 거동함을 알 수 있었다. 그러나 전체하중 700kN 이후에는 전체 구조물의 강성이 저하되며 이는 강관부재 혹은 접합부에서 항복이 발생하였음을 예측할 수 있다. 전체하중 700kN 이후의 비탄성거동을 분석하기 위하여 첫 번째로 단층 래티스 돔을 구성하는 강관부재의 좌굴여부를 검토하였다.

압축재의 좌굴강도는 세장변수(λ_c)에 따라 결정되며 다음과 같다.

$\lambda_c \leq 1.5$ 인 경우,

$$\sigma_{cr} = (0.658^{\lambda_c}) F_y \quad (10)$$

$\lambda_c > 1.5$ 인 경우,

$$\sigma_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y \quad (11)$$

여기서 λ_c = 세장변수 = $(KL/r)\sqrt{F_y/(\pi^2 E)}$, F_y = 항복강도(MPa), K = 유효좌굴길이계수, L = 부재의 비지지길이(mm), r = 좌굴축에 대한 단면2차반경(mm)이다.

표 5에 최대하중 1,114kN에서 강관부재의 좌굴강도와 탄성해석을 수행하여 얻은 탄성응력을 나타내었다. 여기서 좌굴강도를 산정할 때 표 2에서 구한 강관부재의 항복강도를 기준으로 산정하였다. 표 5에서 보는 바와 같이 강관부재의 좌굴강도는 탄성해석으로 구한 부재응력보다 크므로 1,114kN까지는 강관부재에서는 좌굴이 발생하지 않을 것으로 예측된다.

표 5. 강관부재의 좌굴강도와 탄성해석응력과의 비교

응력(MPa)	A부재	B부재	C부재	D부재
σ_{cr}	438	439	438	439
σ_{ea}	383	244	384	247

4.2 강관부재의 항복 검토

표 6에 전체하중 700kN과 1,114kN에 대한 탄성해석응력과 강관부재의 항복강도를 나타내었다. 표 6에서 보는 바와 같이 강관부재의 항복강도가 탄성해석응력보다 크므로 1,114kN까지는 강관부재에서는 항복이 일어나지 않을 것으로 예측된다.

표 6. 하중단계별 강관부재의 탄성해석응력(MPa)

전체하중	A부재	B부재	C부재	D부재
700 kN	233	151	236	152
1,114 kN	383	244	384	247
항복강도 (F _y)	467			

4.2 접합부의 항복 검토

앞에서 700kN 이후의 비탄성거동이 강관부재의 좌굴 또는 항복에 의한 것이 아님을 예측할 수 있었다. 마지막으로 전체 하중 700kN 이후의 비탄성 거동이 접합부의 항복에 의한 것 인지를 다음과 같이 검토하였다. 그림 13은 접합부 플레이트와 강관 단부를 단순화하여 나타낸 것이다.

표 7은 접합부에서 응력을 검토한 단면의 형상과 특성을 구간별로 나타내었다. 접합부의 ④구간은 단면성능이 매우 크기 때문에 검토대상에서 제외하였고, 접합부의 ①, ②, ③ 부분을 탄성해석을 수행하여 검토하였다.

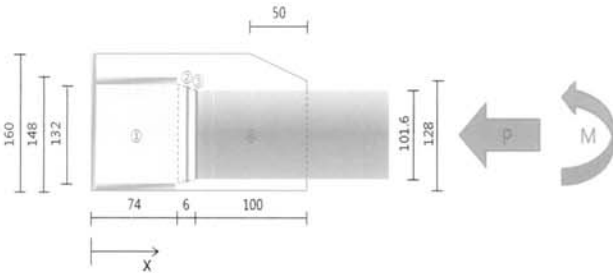


그림 13. 접합부 및 주변부의 단순화

표 7. 접합부의 구간별 단면의 형상과 특성

	① 구간	② 구간	③ 구간	④ 구간
구간 X	0~74mm	77mm	80mm	80~180mm
단면형상				
단면적 (mm ²)	1,056	934	813	1,751
단면2차 모멘트 (mm ⁴)	1,533,312	1,062,276	699,181	1,775,201

표 8 및 표 9에 전체하중 700kN 에서의 접합부의 구간별 탄성해석응력을 나타내었다. 이때 강관에서 접합부로 전달되는 응력은 탄성해석에서 구한 압축력(P)과 모멘트(M)로부터 식 (12)를 통해 접합부의 각 구간별 응력을 산정하였다.

$$\sigma = -\frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} y \tag{12}$$

여기서 y는 중립축에서 압축 또는 인장 연단거리이다.

표 8과 표 9에서 보는 바와 같이 접합부 일부 구간에서 항복이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 즉 700kN 이후 단층 래티스 돔의 비탄성 거동은 접합부에서 항복이 먼저 일어난 결과로 분석된다.

표 8. 접합부 Z02에서 A강관 방향 접합부의 응력(MPa)

전체하중	① 구간 (MPa)	② 구간 (MPa)	③ 구간 (MPa)
구간 X (mm)	0~74	77	80
700kN	225	266	323
800kN	257	304	370
900kN	289	342	416

표 9. 접합부 Z02에서 C강관 방향 접합부의 응력(MPa)

전체하중	① 구간 (MPa)	② 구간 (MPa)	③ 구간 (MPa)
구간 X (mm)	0~74	77	80
700kN	226	264	316
800kN	258	302	362
900kN	289	339	407

4.3 접합부의 설계 시 고려사항

표 7에서 보는 바와 같이 접합부 ③구간의 단면적과 단면2차모멘트가 가장 작음을 알 수 있다. 이러한 결과로 표 8 및 표 9에서 보는 바와 같이 가장 먼저 항복이 일어남을 확인하였다.

이러한 결과는 설계 시 강관부재의 항복강도(F_y, SPS 400)와 플레이트의 항복강도(F_y, SS400)가 모두 235MPa로 동일하다고 가정하여 설계를 수행하였으나 실제 항복강도에서는 강관부재의 경우 467MPa이고 플레이트의 경우 288MPa인 결과로 판단된다. 따라서 실제 접합부의 설계 시 이러한 강관부재의 초과강도를 고려하여 설계하는 것이 바람직하다.

5. 결론

이 논문은 새롭게 제안된 접합부를 적용한 단층 래티스 돔의 비탄성거동을 분석하여 대공간 구조의 실험 및 해석연구에 대

한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 실험체 정적실험을 통해 구해진 단층 래티스 돔 거동의 실험결과를 바탕으로 비탄성 거동 및 파괴모드를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 하중전이보를 이용하여 총 7절점에 균등하게 가력을 실시하는 방법은 부재 좌굴이 일어나기 전까지 의도했던 가력 하중의 분배가 적절히 이루어져 향후 유사한 실험에 이러한 가력장치의 적합성에 대해 검증하였다.
- (2) 이 실험에서 수행한 단층 래티스 돔의 구조내력은 강관 부재의 좌굴 또는 항복이 아니라 접합부의 항복에 의해서 결정되어지며 이는 강관부재가 실제 항복강도가 매우 높기 때문이다. 따라서 추후 접합부 설계 시 이러한 초과강도를 고려하여 설계하는 것이 바람직하다.
- (3) 제안된 접합부를 강접합으로 가정하면 구조 실무에서 사용하는 일반적인 탄성해석만으로도 이 실험에 사용된 단층 래티스 돔의 탄성구간에서의 내력 및 변형 평가에 적절히 사용할 수 있다.

감사의 글

이 연구는 대공간건축물 건설기술개발 연구단을 통해 지원된 국토해양부 건설교통기술연구개발사업에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김연태, 정미루, 이재홍(2008) 유한요소 해석을 이용한 단층 래티스 돔의 비선형 탄성 해석, 한국공간구조학회 춘계학술발표대회 논문집, Vol. 5, No. 1 (통권 제5호), pp. 119-124.

김종수, 김상대, 김명한, 오명호, 신창훈(2008) 단층 래티스 돔의 비탄성 거동에 대한 실험연구, 한국공간구조학회 춘계 학술발표대회 논문집, Vol. 5, No. 1 (통권 제5호), pp. 165-170.

대한건축학회(2002) 강구조설계 예제집, 기문당.

서상훈, 최준호, 이영학, 김희철, 김민숙, 이성민(2008) 단층 래티스 돔의 용접 접합부에 관한 실험 연구, 한국공간구조학회 춘계학술발표대회 논문집, Vol. 5, No. 1 (통권 제5호), pp.161-164.

Abedi, K.(2001) *Experimental Study of Dynamic Propagation of Local Snap-through in Single-l*, International Journal of Space Structures, Vol. 16, No. 2, pp.125-136.

Hanaor, A.(1999) *Joint Instability in Lattice Structures - Lessons from a Recent Collapse*, International Journal of Space Structures, Vol. 14, No. 4, pp. 257-268.

Hiyama Y., Takashima H., Iijima T., Kato S.(2000) *Buckling Behaviour of Aluminum Ball Jointed Single Layered Reticular Domes*, International Journal of Space Structures, Vol. 15, No. 2, pp. 81-94.

Ishikawa K., Kato S.(1997) *Elastic-plastic dynamic buckling analysis of reticular domes subjected to earthquake motion*, International Journal of Space Structures, Vol. 12, No. 3-4, pp.205-215.

Lopez A., Puente I., Serna M. A.(2006) *Direct evaluation of the buckling loads of semi-rigidly jointed single-layer latticed domes under symmetric loading*, Engineering Structures, Vol. 29, pp.101-109.

Lopez A., Puente I., Serna M. A.(2007) *Numerical model and experimenal tests on single-layer latticed domes with semi-rigid joints*, Computers & Structures, Vol. 85, pp.360-374.

Malite, M.; Maiola, C. H.; Goncalves, R. M.; Souza, A. C.(2007) *Experimental Analysis of the Structural Performance of Space Trusses Common*, International Journal of Space Structures, Vol. 16, No. 4, pp. 253-260.

(접수일자 : 2008. 11. 15 / 심사일 2008. 11. 19 / 게재확정일 2009. 4. 9)