

단층 래티스 돔의 Erection 중 거동 및 좌굴 특성

A Study on the Behavior & Buckling Characteristics of Single-Layer Latticed Domes in the Erection Process

정 환 목*
Jung, Hwan-Mok

김 철 환**
Kim, Cheol-Hwan

황 동 규***
Hwang, Dong-Gyu

요 약

단층 래티스 돔은 경량이면서도 높은 강성을 가지므로 대공간 구조물로서 유리하며, 이 구조물은 기둥 없이 넓은 공간을 확보해야 하는 구조적 특성으로 인하여 시공시 불안정 현상이 발생할 수 있다. 현재 국내에서 대공간 지붕구조물의 설치 방법으로 가장 많이 도입되고 있는 Erection공법은 Block공법이며, 이 공법은 지상에서 조립한 대공간 지붕 골조를 크레인 등으로 소정의 위치까지 들어 올려 지붕구조를 완성해가는 설치 공법이다. Block 공법에 있어서 인양할 포인트를 선정하는 작업은 대단히 중요하다. 즉, 인양시 골조의 변형과 좌굴 등에 대해서 가장 안전하고 경제적인 절점을 인양 포인트로 선정할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 가장 안전하고 경제적인 Erection을 위한 기초자료를 얻기 위하여 삼각형 네트워크를 갖는 단층 래티스 돔의 Erection 시 인양 포인트에 따른 구조물의 거동 및 좌굴 특성을 연구하는데 그 목적이 있다. 얻어진 결론은 1) 돔의 높이 H가 작을수록 인양위치에 따른 좌굴내력의 영향이 큰 것을 알 수 있었으며, 반대로 돔의 높이 H가 클수록 인양위치에 따른 좌굴내력의 영향은 미미한 것을 알 수 있었다. 2) 인양 위치에 관계없이 인양로프 길이에 따른 좌굴내력의 영향은 크지 않은 것을 알 수 있었다.

Abstract

A single layer-latticed dome is advantageous for large span structures because it is very stiff despite the light weight of the structure itself. However, this structure becomes easily unstable during erection due to its large size. The Block method is popular with the large span structures. A partial block of the dome is fabricated on the ground and lifted by crane to a designated location of structures. The lifting point selection is very important to create a stable erection and to avoid buckling of members during the erection. The purpose of this study is to analyze the structural behaviors and buckling characteristics according to the lifting point of single-layer latticed domes with triangle network in order to take materials about the safe and economic erection. The conclusions are obtained as follow. 1) The buckling strength of the block part varies with the location of lifting points when it is erected. In case, the height of the dome is lower, the effect of buckling strength of the structure is higher. 2) In buckling strength, the effect of the lifting rope length is smaller than it of the lifting points change.

키워드 : 단층 래티스 돔, 블록 공법, 설치, 좌굴

Keywords : Single-Layer Latticed Dome, Block Method, Erection, Buckling

1. 서 론

단층 래티스 돔은 경량이면서도 높은 강성을 가지므로 대공간 구조물로서 유리하며, 대공간 구조물은 기하학적 및 역학적 특성상 지붕 골조를 형성하는 부재수와 절점수가 비교적 많고, 골조 형상이나

그리드 패턴도 매우 다양한 특징을 가지고 있다.

그러나 이 구조물은 기둥없이 넓은 공간을 확보해야 하는 구조적 특성으로 인하여 시공시 불안정 현상이 발생할 수 있다. 특히 완성된 구조물은 구조 설계에서 고려한 골조 강성에 의해 구조물의 안정성을 유지할 수 있으나 시공시 Erection 중에는 지점의 불안정 등으로 인하여 구조적으로 매우 불리한 상태로 될 수 있다.

대공간 구조물의 지붕구조 Erection 방법으로는 Element method, Block method, Sliding method,

* 교신저자, 정회원 · 경동대학교 건축토목공학부 교수, 공학박사
Tel : 033-639-0216 Fax : 033-639-0229

E-mail : hmjung@kl.ac.kr

** 정회원 · 경북대학교 이공대학 건축공학부 부교수, 공박

*** 정회원 · 두산건설(주) 기술연구소, 부장

Lift-up method, Push-up method 등이 많이 적용되고 있다. 특히 현재 국내에서는 Block method가 가장 많이 도입되고 있는 것이 보고되고 있다¹⁾. Block공법은 지상에서 조립한 대공간 지붕 골조를 크레인 등으로 소정의 위치까지 들어 올려 지붕구조를 완성해가는 설치 공법이다.

대공간 구조물은 기하학적 및 역학적 특성상 지붕 골조를 형성하는 부재수와 절점수가 비교적 많고, 골조 형상이나 그리드 패턴도 매우 다양하여 블록공법에 의해 골조 지붕을 설치할 때 적절한 인양 포인트 선정에 많은 시간을 소비하게 된다. 만약 블록공법에 의해 골조 지붕을 상향할 때 사용하는 크레인에 연결된 인양 로프의 위치나 개수 선정 잘못된 시공 중 골조의 변형 및 좌굴을 유발 시킬 수 있다. 이처럼 대공간 구조물의 골조 Erection시 적절한 인양 위치나 개수 선정은 매우 중요한 사안중의 하나이다.

따라서 본 연구는 대공간 구조물 Erection시 가장 적절한 인양 포인트를 선정하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여, 단층 래티스 돔을 대상으로 인양 포인트에 따른 구조물의 거동 및 좌굴 특성을 연구하는데 그 목적이 있다.

2. 해석모델

2.1 형상 및 해석모델

<그림 1>은 돔의 높이가 6m인 모델의 형상을 나타낸다. 그림에서 나타내는 것처럼 돔의 저면반경은 10m이며 곡률반경과 높이에 따라 돔 형상모델을 작성했다. 네트워크의 분할 수는 정점에서 경계까지 3분할로 각 모델이 동일하다. <그림 2>는 지붕 네트워크 형상 및 절점좌표를 나타낸다.

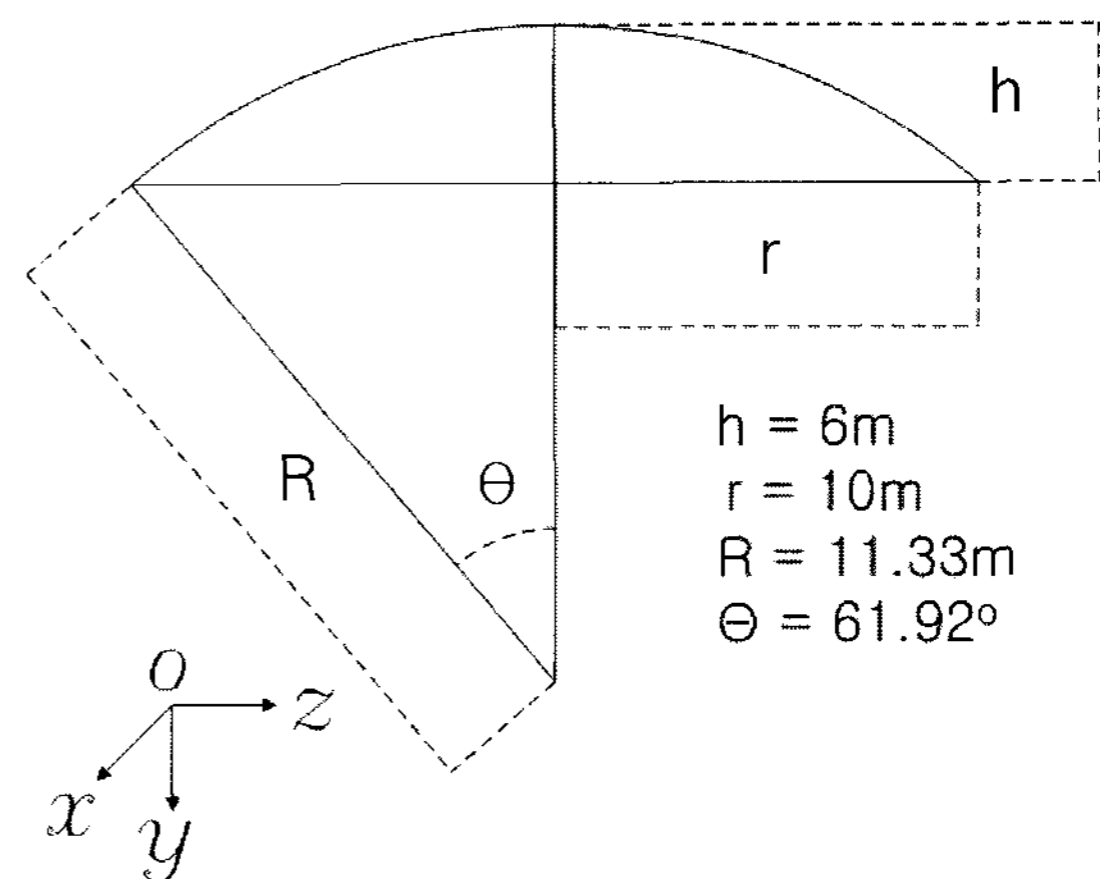
<표 1>은 해석모델과 제원을 나타내며, 표에서 모델명 H2BS에서 H2는 돔의 높이가 2m인 것을 나타내며, B는 인양포인트의 위치를 나타내며, S는 인양 로프길이를 나타낸다. R은 곡률반경, L은 대표부재길이를 나타낸다. 한편 래티스 돔의 형상계수 S는 래티스돔의 전체좌굴과 부재좌굴을 구분하기 위해 Yamada에 의해 제안되었으며²⁾, 그 식은 아래와 같다.

$$S = \frac{L}{\sqrt{R}} \left(\frac{K}{D} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (1)$$

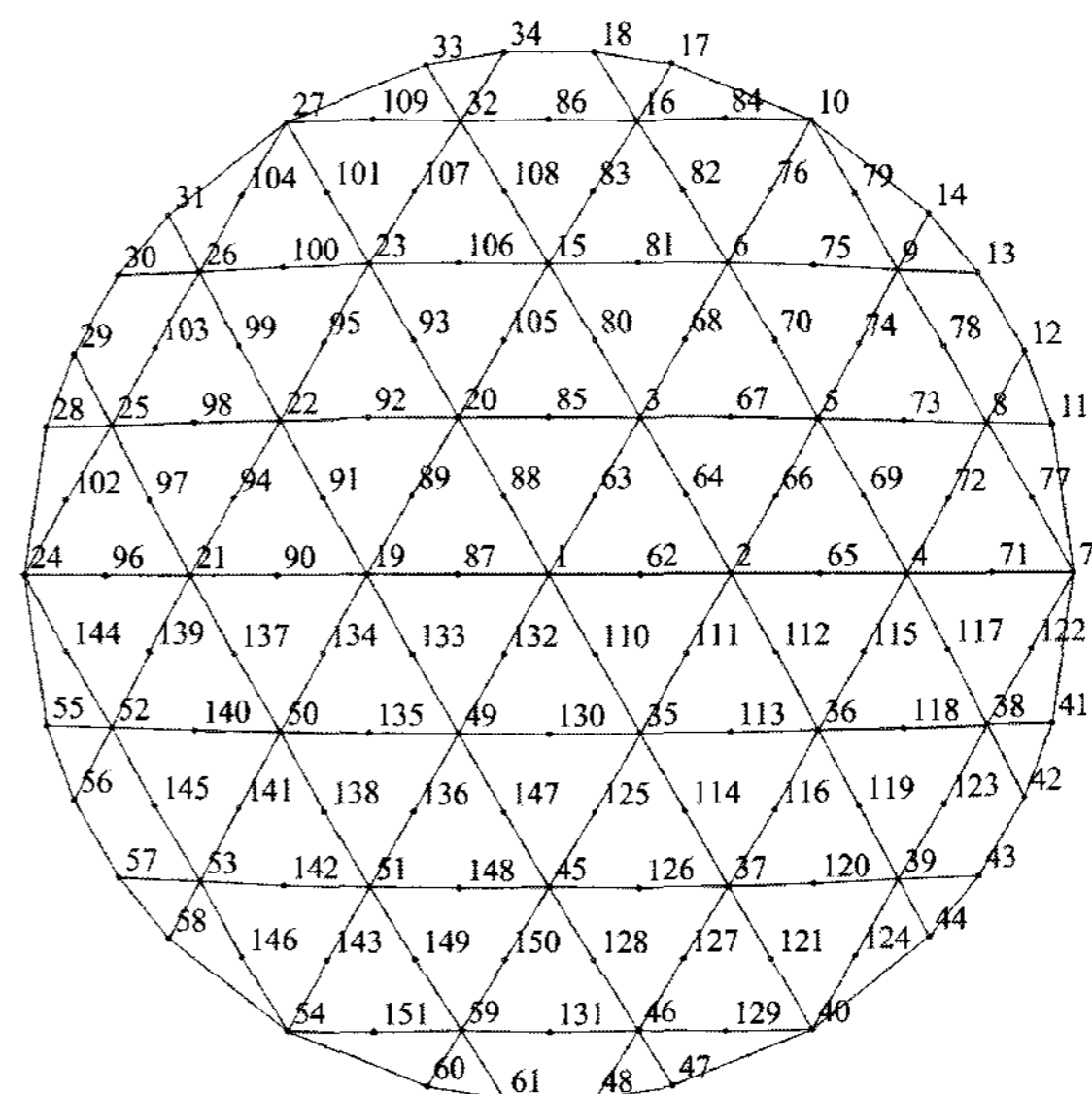
식(1)에서 R은 곡률반경, L은 프레임의 대표부재길이, D는 면외 휨강성, K는 면내 축강성을 나타낸다.

Yamada 등의 선행연구²⁻⁴⁾에 의하면, 3각형 네트워크 래티스 돔의 경우 S가 작을수록 그 좌굴형태는 절점을 중심으로 전체좌굴이 발생하며, 반대로 S가 클수록 압축부재가 좌굴하는 부재좌굴이 발생하는 것이 보고되고 있다.

사용부재는 SS400 강관 Ø114.3×3.6 이다. 강관의 탄성계수 E는 2100 t/cm², 프와송비는 0.3이다.



<그림 1> 대표적 모델 형상(H=6m)

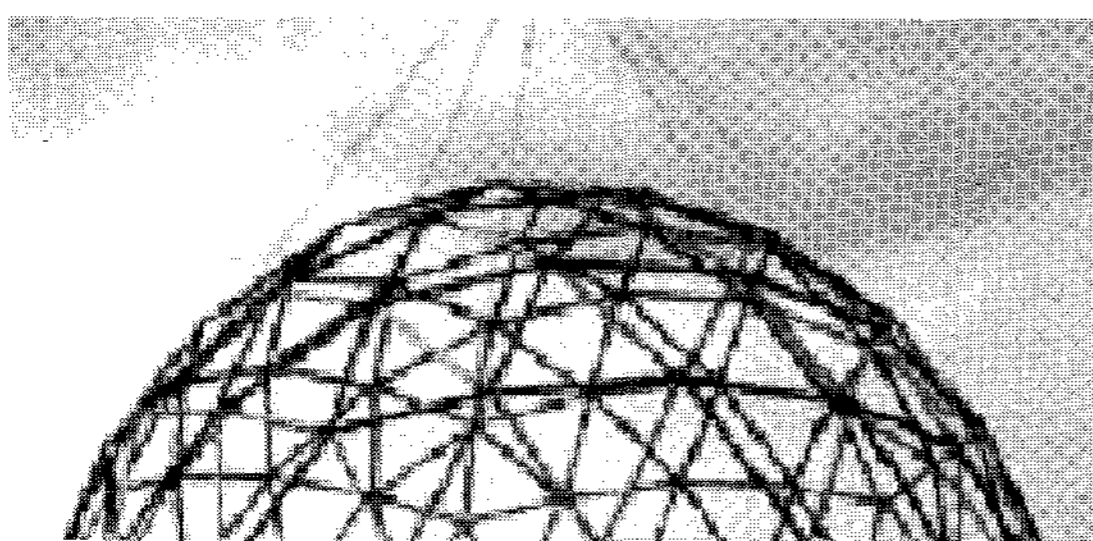


<그림 2> 지붕 네트워크 형상 및 절점좌표

<표 1> 해석모델과 제원

MODEL	H (cm)	R (cm)	L (cm)	S	인양포인트 (절점번호)	RL (cm)
H2A	200	2,600	342	3.20	-	-
H2BS					2,3,20,19,35,49	400
H2BL					2,3,20,19,35,49	600
H2CS					4,6,23,21,51,37	400
H2CL					4,6,23,21,51,37	600
H4A	400	1,450	368	4.61	-	-
H4BS					2,3,20,19,35,49	800
H4BL					2,3,20,19,35,49	1200
H4CS					4,6,23,21,51,37	800
H4CL					4,6,23,21,51,37	1200
H6A	600	1,133	408	5.79	-	-
H6BS					2,3,20,19,35,49	1200
H6BL					2,3,20,19,35,49	1800
H6CS					4,6,23,21,51,37	1200
H6CL					4,6,23,21,51,37	1800
H8A	800	1,025	461	6.87	-	-
H8BS					2,3,20,19,35,49	1600
H8BL					2,3,20,19,35,49	2400
H8CS					4,6,23,21,51,37	1600
H8CL					4,6,23,21,51,37	2400
H10A	1,000	1,000	523	7.90	-	-
H10BS					2,3,20,19,35,49	2000
H10BL					2,3,20,19,35,49	3000
H10CS					4,6,23,21,51,37	2000
H10CL					4,6,23,21,51,37	3000

2.2 인양 로프 제원 및 가정



<그림 3> 블록공법의 개념도

<그림 3>은 블록공법의 인양 개념도이다. 인양 로프는 인장력만을 부담하며, 파단 및 좌굴하지 않는다고 가정한다. 로프 길이는 인접부재에 영향을 주지 않는 각도를 가지도록 가정하며, H6 모델의 경우 수평면에서의 로프 각은 약 50.19도이며, 그 길이는 12m 로 한다. 상부에는 한점에서 로프가 모이는 것으로 가정한다. 또한 접합부와 로프가 만나

는 위치는 해당 절점의 중심부에 일치하는 것으로 가정하며, 부재와의 접합상태는 핀 접합으로 가정한다.

2.3 해석방법

해석방법은 3차원공간을 구성하고 있는 프레임을 기하학적 비선형성을 고려하는 유한요소법에 의해 정식화했으며^{5,6)}, 수치계산은 최대변위증분을 갖는 절점변위에 관한 증분법을 적용하고, 각 증분단계에서 강성행렬의 행렬식을 계산하여서 분기점을 구한다. 또한 이 분기점에서 고유치 해석을 행하여 이 고유벡터로부터 분기좌굴모드를 구한다. 유한요소 프로그램은 4배 정밀도로 작성했다. 연립방정식 및 고유치 해석의 라이브러리는 각각 IMSL의 LEQIF와 EIGRS를 이용했다.

하중은 연직하중이 작용한다. 해석의 정밀도는 좌굴 전 변형의 비선형성을 고려하고, 1부재 2요소로 모델링하여 검토한다. 완성구조물의 경계부 지점은 고정으로 하고, 각 절점의 접합부 조건은 강접합으로 한다.

한편 본 연구에서는 각 모델에서 얻어진 좌굴내력값을 상호평가하기 위한 기준값으로 연속체치환법에 의한 좌굴내력값(Qcy)을 도입한다²⁾.

3. 해석 결과 및 고찰

3.1 좌굴특성

<표 2>는 각 모델의 좌굴 및 거동에 관한 해석결과를 나타낸다. Qcy는 야마다에 의해 제안된 연속체치환법에 의한 좌굴하중이다. Qcr은 각 모델의 좌굴하중, Qcro은 완성돔의 좌굴하중값이다. NOD_{buck}는 좌굴 절점번호, N_{max}는 좌굴직전 부재의 최대 축방향 응력 크기, MEMB_{max}은 N_{max}이 발생하는 부재번호, W_{max}은 좌굴직전 연직방향의 최대처짐, NOD_{wmax}는 W_{max}가 발생하는 절점을 나타낸다.

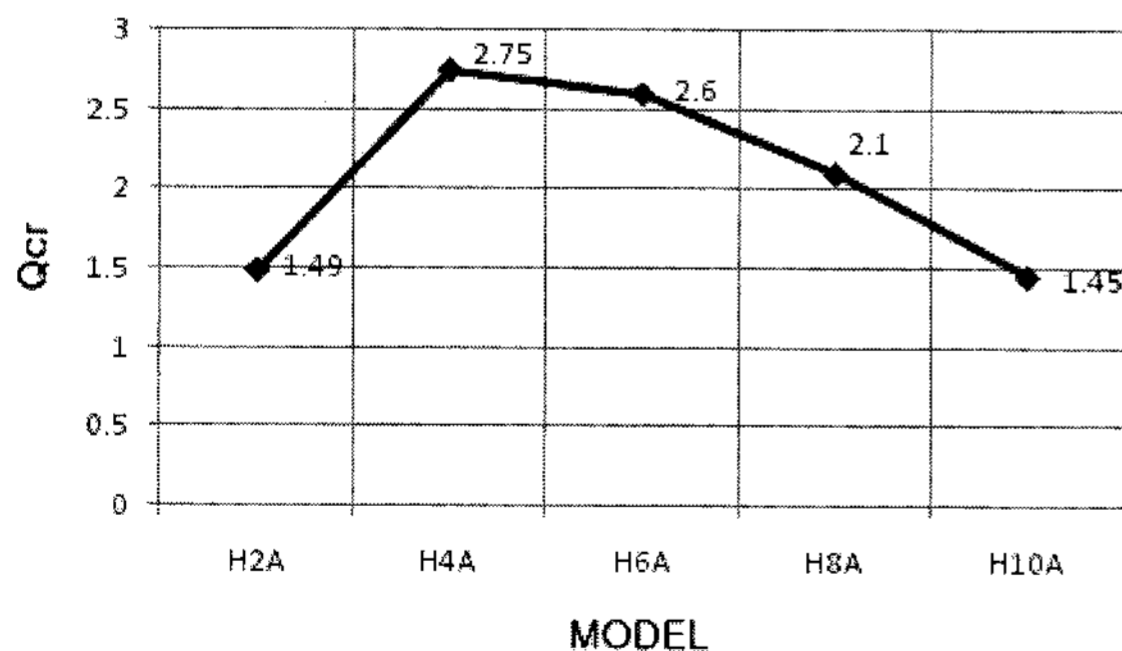
<그림 4>는 시공하중을 고려하지 않은 돔 즉, 경계부 지점을 고정으로 둔 완성된 돔의 경우에 대한 Qcr/Qcy 값을 그래프로 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 돔의 높이 H가 4m인 돔에서 좌굴내력이 가장 크며, 그 보다 H값이 커지면 좌굴내력이 감소하는 경향을 나타내고 있다.

<표 2> 좌굴 및 거동에 관한 해석결과

MODEL	Qcy		Qcr		Qcr/Qcy	Qcr/Qcro	NOD _{buck}	N _{max} (t)	MEMB _{max}	W _{max} (cm)	NOD _{wmax}
	(tf/m ²)	(kN/m ²)	(tf/m ²)	(kN/m ²)							
H2A	1.85	18.13	1.49	14.60	0.81	1.00	64, 85	49.0	19, 29	82	2
H2BS	-	-	0.25	2.45	0.14	0.17	7, 18	24.1	8, 14	90	71, 76
H2BL	-	-	0.24	2.35	0.13	0.16	7, 18	23.9	5, 6	99	71, 76
H2CS	-	-	0.72	7.06	0.39	0.48	7, 24	50.8	16, 17	243	1
H2CL	-	-	0.81	7.94	0.44	0.54	7, 24	63.1	16, 173	342	62, 63
H4A	5.54	54.29	2.75	26.95	0.50	1.00	88, 110	51.0	19, 20	112	2, 3
H4BS	-	-	0.67	6.57	0.12	0.24	7, 18	41.3	5, 6	129	71, 76
H4BL	-	-	0.64	6.27	0.12	0.23	7, 18	42.6	5, 6	140	71, 76
H4CS	-	-	2.30	22.54	0.42	0.84	7, 24	120.5	235, 236	573	12, 13
H4CL	-	-	2.26	22.15	0.41	0.82	7, 24	111.5	235, 236	612	29, 30
H6A	8.17	80.07	2.60	25.48	0.32	1.00	88, 110	41.0	7	203	1
H6BS	-	-	1.29	12.64	0.16	0.50	18, 34	64.6	235, 236	196	71, 76
H6BL	-	-	1.31	12.84	0.16	0.50	18, 34	62.9	235, 236	227	71, 76
H6CS	-	-	2.57	25.19	0.31	0.99	7, 24	138.0	235, 236	343	1
H6CL	-	-	2.64	25.87	0.32	1.02	7, 24	130.5	235, 236	423	1
H8A	8.85	86.73	2.10	20.58	0.24	1.00	62, 87	36.2	23, 26	304	1
H8BS	-	-	2.17	21.27	0.25	1.03	18, 34	108.7	235, 236	558	1
H8BL	-	-	2.11	20.68	0.24	1.00	18, 34	100.1	235, 236	633	1
H8CS	-	-	1.91	18.72	0.22	0.91	7, 18	102.1	235, 236	383	1
H8CL	-	-	2.04	19.99	0.23	0.97	7, 24	100.2	235, 236	423	1
H10A	8.19	80.26	1.45	14.21	0.18	1.00	62, 87	32.8	23, 24	384	1
H10BS	-	-	1.61	15.78	0.20	1.11	7, 18	79.5	235, 236	638	1
H10BL	-	-	1.57	15.39	0.19	1.08	7, 18	72.8	235, 236	676	1
H10CS	-	-	1.33	13.03	0.16	0.92	7, 18	69.0	235, 236	514	64, 85
H10CL	-	-	1.40	13.72	0.17	0.97	7, 18	66.8	235, 236	503	1

Qcy : 야마다에 의해 제안된 연속체치환법에 의한 좌굴하중
 Qcr : 각 모델의 유한요소법에 의해 구한 좌굴하중
 Nmax : 좌굴직전 부재의 최대 인장력 및 압축력 크기
 Wmax : 좌굴직전 연직방향의 최대처짐

NOD_{buck} : 좌굴 발생 절점번호
 MEMB_{max} : Nmax이 발생하는 부재번호
 NOD_{wmax} : Wmax가 발생하는 절점 번호



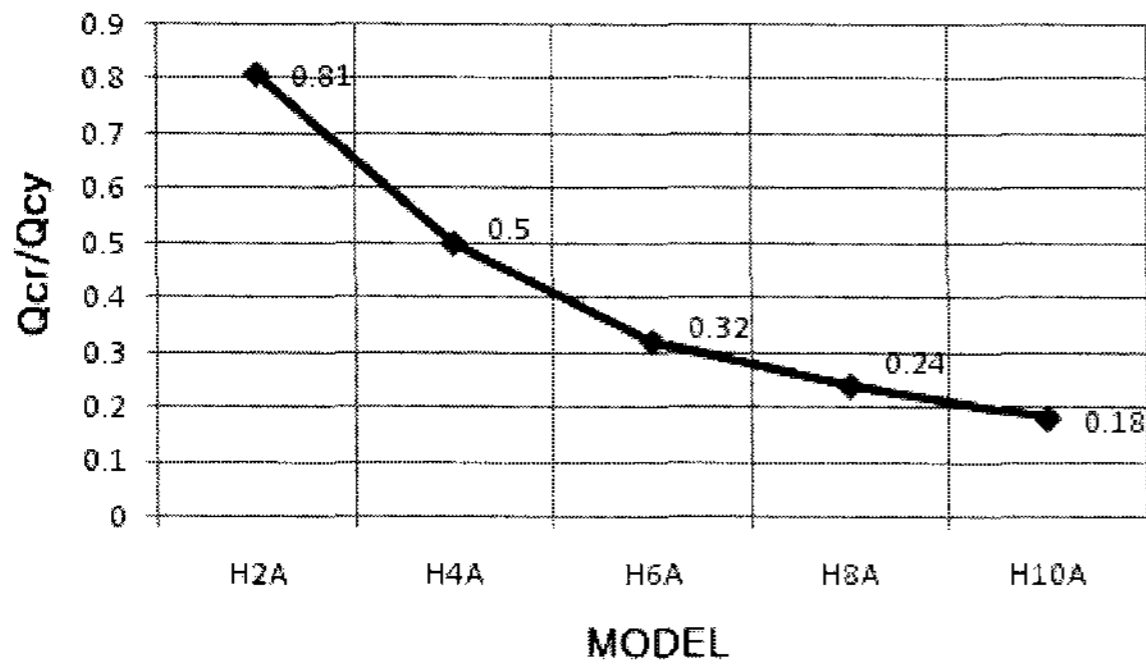
<그림 4> 시공하중을 고려하지 않은 돔 모델의 Qcr 값 그래프

한편 좌굴내력값이 가장 작은 H10A 모델의 좌굴내력값은 좌굴내력값이 가장 큰 H4A 모델 좌굴내력값의 48%에 지나지 않는 것을 알 수 있다.

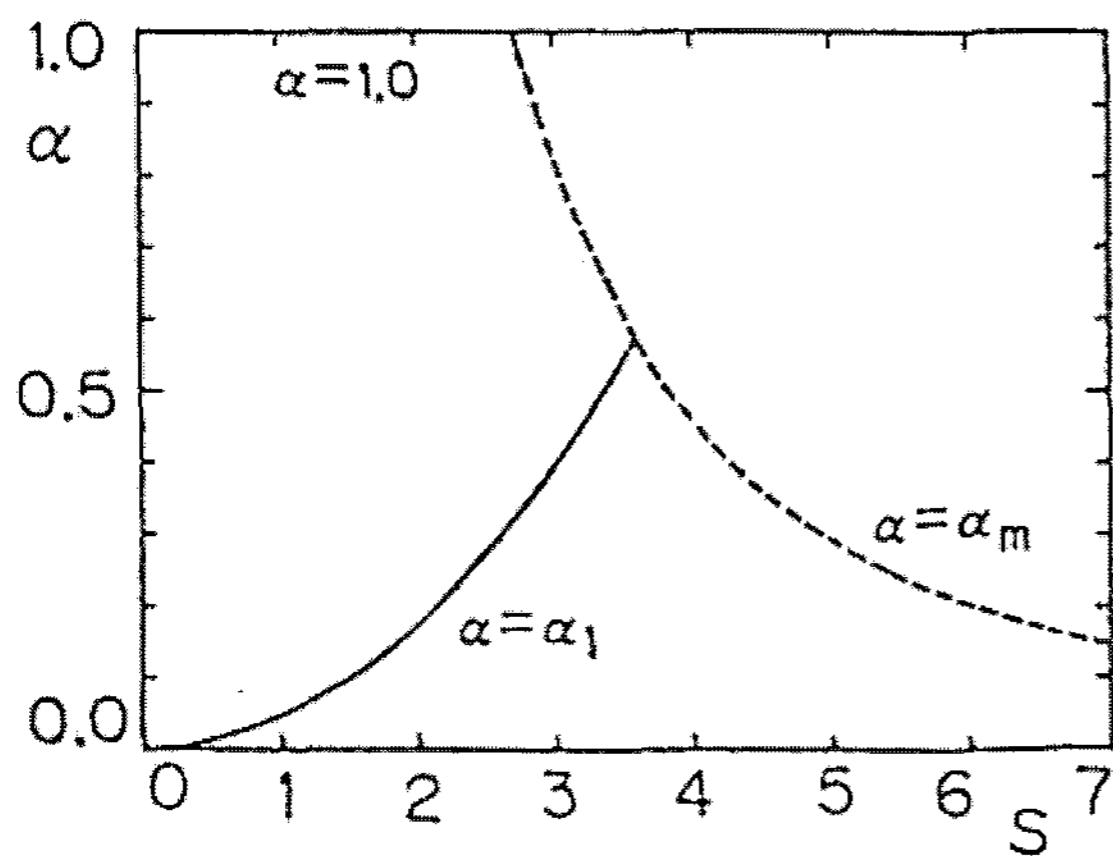
<그림 5>는 각 모델의 완성돔에 대한 연속체치환

법에 의한 야마다의 좌굴내력값으로 무차원화하여 나타낸 것으로 H가 작을수록 Qcr/Qcy 값이 작아지는 경향을 나타내고 있다.

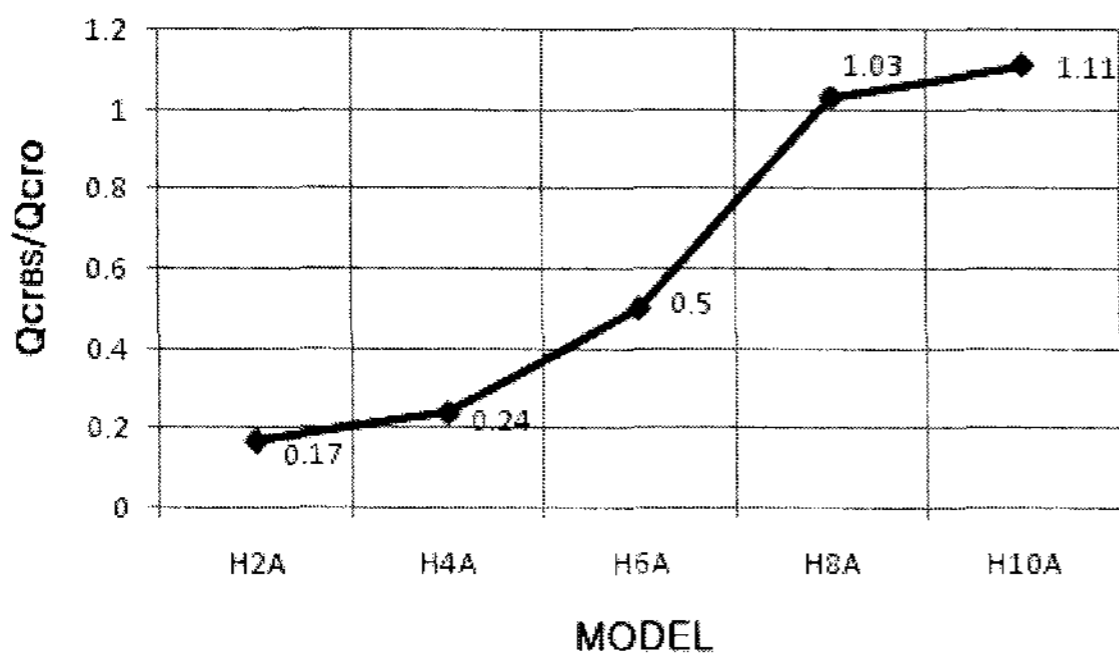
한편, <그림 6>은 야마다의 연구³⁾에 의하여 구해진 삼각형 네트워크 단층래티스 돔의 α (본 연구의 Qcr/Qcy와 같은 값) - S 관계곡선을 나타낸 것이다. 그림에서 $\alpha=1$ 은 전체좌굴, α 가 1보다 작은 $\alpha=\alpha_m$ 은 부재좌굴, $\alpha=\alpha_1$ 은 절점좌굴을 나타낸다. 따라서 본 연구의 경우, 전 모델에서 좌굴내력비 Qcr/Qcy ≤ 1.0이므로 부재좌굴이 발생하는 모델임을 알 수 있다. 또한 H2A모델과 H4A모델은 래티스돔의 형상계수 S가 각각 3.2, 4.61이며, 이 경우 Qcr/Qcy의 값은 각각 0.81, 0.5로써 야마다에 의해 제안된 <그림 6>의 그래프에 의한 α (Qcr/Qcy)값과



〈그림 5〉 완전계 돔의 Qcr/Qcy 그래프



〈그림 6〉 완전계 돔의 $\alpha(Qcr/Qcy)$ -S 관계곡선³⁾



〈그림 7〉 각 모델의 Qcrbs/Qcro 값 그래프

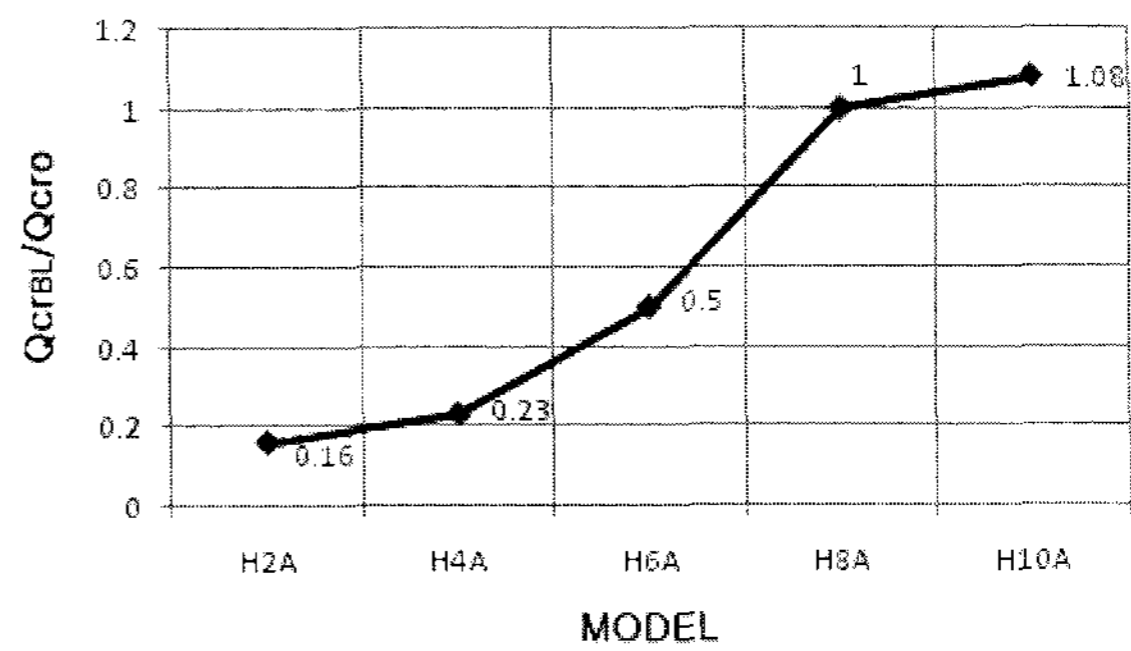
거의 유사한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

〈그림 7〉은 중앙부 6절점에 크레인 로프를 걸고 인양했을 경우 각 모델의 Qcrbs/Qcro 값을 나타낸다. 여기서 Qcrbs는 중앙부 6절점에 크레인 로프를 설치하고, 로프길이 RL=2H인 경우에 대한 돔 모델의 좌굴하중을 나타내며, Qcro는 완성 돔의 좌굴하중을 나타낸다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 H가 작은 돔의 경우는 완성돔의 좌굴하중값에 비해

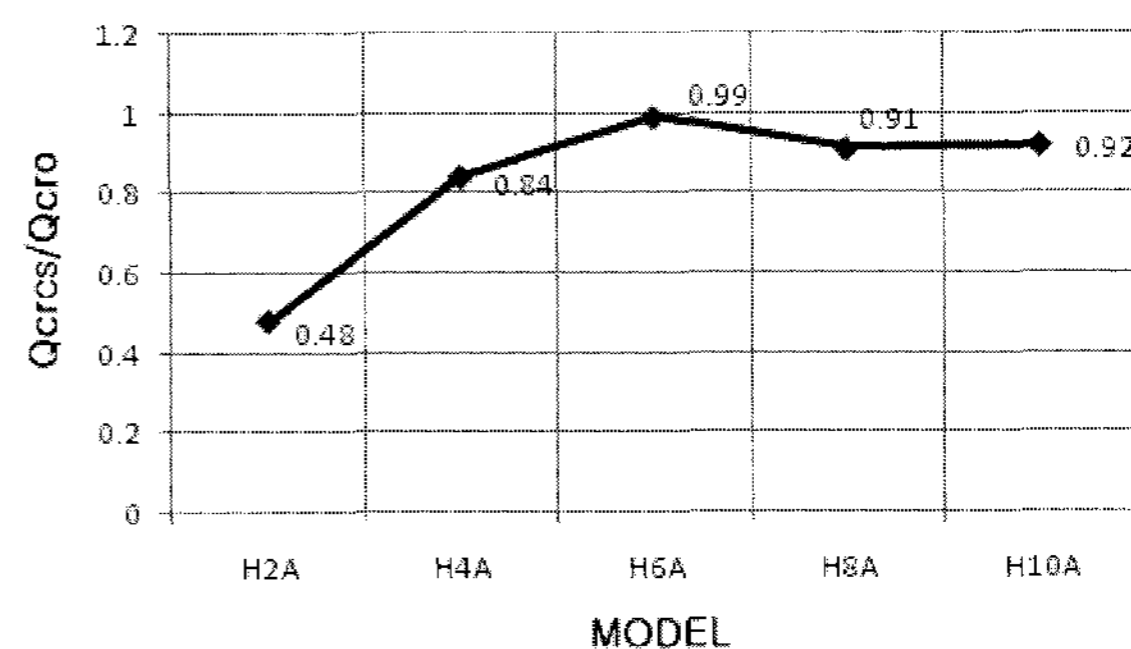
Erection 에 따른 좌굴내력의 저하 경향이 큰 것을 알 수 있으며, H가 클수록 Erection에 따른 좌굴내력의 저하 경향이 줄어드는 결과를 보여주고 있다.

〈그림 8〉은 중앙부 6절점에 크레인 로프를 걸고 인양했을 경우, 로프 길이에 따른 좌굴내력을 비교하기 위한 것으로 각 모델에 따른 Qcrbl/Qcro 값을 나타낸다. 여기서 Qcrbl는 중앙부 6절점에 크레인 로프를 설치하고, 로프길이(RL)를 돔의 높이 H와 비교하여 RL=3H인 경우에 대한 돔 모델의 좌굴하중을 나타내며, Qcro는 완성 돔의 좌굴하중을 나타낸다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 H가 작은 돔의 경우는 완성돔의 좌굴하중값에 비해 Erection 에 따른 좌굴내력의 저하 경향이 큰 것을 알 수 있으며, H가 클수록 Erection 에 따른 좌굴내력의 저하 경향이 줄어드는 결과를 보여주고 있으며, 이 경향은 〈그림 7〉에서 보여주는 RH=2인 모델의 경우와 거의 유사한 것을 알 수 있다.

한편, 로프길이에 따른 좌굴내력의 영향은 〈그림 7〉과 〈그림 8〉의 결과를 비교함으로써 쉽게 알 수 있으며, 그림으로부터 알 수 있는 것처럼 각 모델



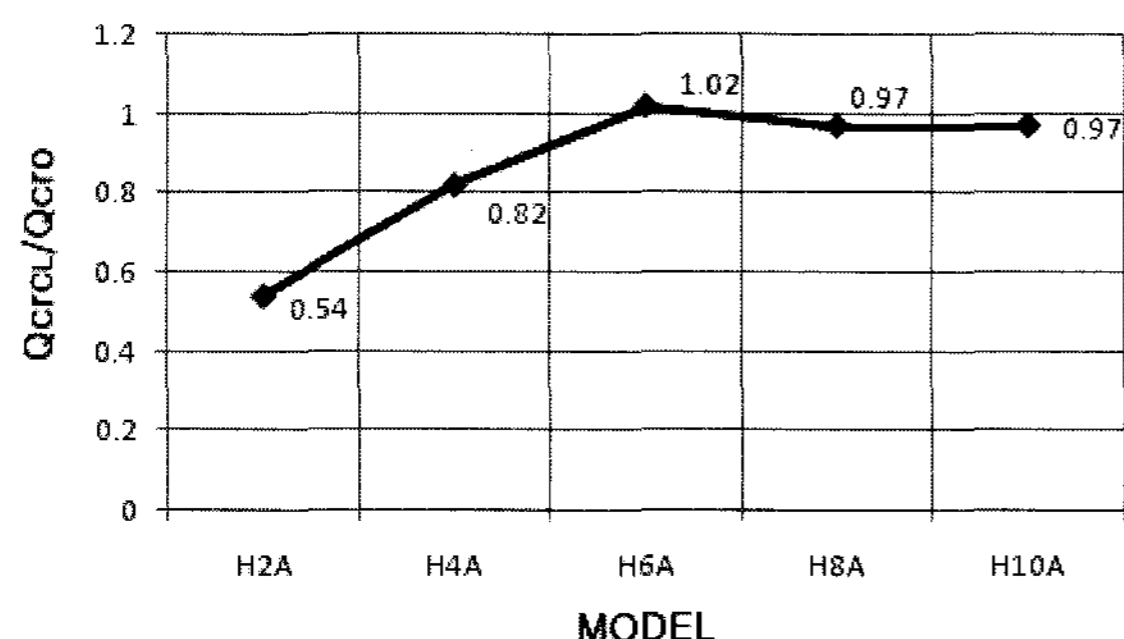
〈그림 8〉 각 모델의 Qcrbl/Qcro 값 그래프



〈그림 9〉 각 모델의 Qcrbs/Qcro 값 그래프

공히 로프길이의 변화에 따른 좌굴내력의 변화는 거의 없는 것을 알 수 있다.

<그림 9>는 경계부에 근접한 6절점에 크레인 로프를 걸고 인양했을 경우 각 모델의 Q_{crcl}/Q_{cro} 값을 나타낸다. 여기서 Q_{crcl} 은 중앙부 6절점에 크레인 로프를 설치하고, 로프길이 $RL=2H$ 인 경우에 대한 돔 모델의 좌굴하중을 나타내며 Q_{cro} 는 완성 돔의 좌굴하중을 나타낸다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 H2A 모델을 제외하고는 양중 중의 좌굴내력은 완성 돔의 좌굴내력의 80% 이상에 근접하는 결과를 보여주고 있다. 즉, 전 모델에 있어서 중앙부에 인양 포인트를 두는 것 보다 내력면에서 유리한 결과를 나타내고 있다.



<그림 10> 각 모델의 Q_{crcl}/Q_{cro} 값 그래프

<그림 10>은 경계부에 근접한 6절점에 크레인 로프를 걸고 인양했을 경우 각 모델의 Q_{crcl}/Q_{cro} 값을 나타낸다. 여기서 Q_{crcl} 은 경계부 6절점에 크레인 로프를 설치하고, 로프길이 $RL=3H$ 인 경우에 대한 돔 모델의 좌굴하중을 나타내며 Q_{cro} 는 완성 돔의 좌굴하중을 나타낸다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 H2A인 모델의 좌굴내력은 완성돔 좌굴내력의 약 54%이며, 그 나머지 모델에서는 양중 중의 좌굴내력이 완성돔 좌굴내력의 80% 이상인 결과를 보여주고 있으며, 이 경향은 <그림 9>에서 보여주는 $RH=2$ 인 모델의 경우와 거의 유사한 것을 알 수 있다.

경계부에 근접한 6절점에 크레인 로프를 걸고 인양했을 경우에도 중앙에 근접한 6절점에서 인양한 경우와 마찬가지로 각 모델 공히 로프길이의 변화에 따른 좌굴내력의 변화는 거의 없는 결과를 <그림 9>와 <그림 10>의 결과를 비교함으로써 쉽게 알 수 있다.

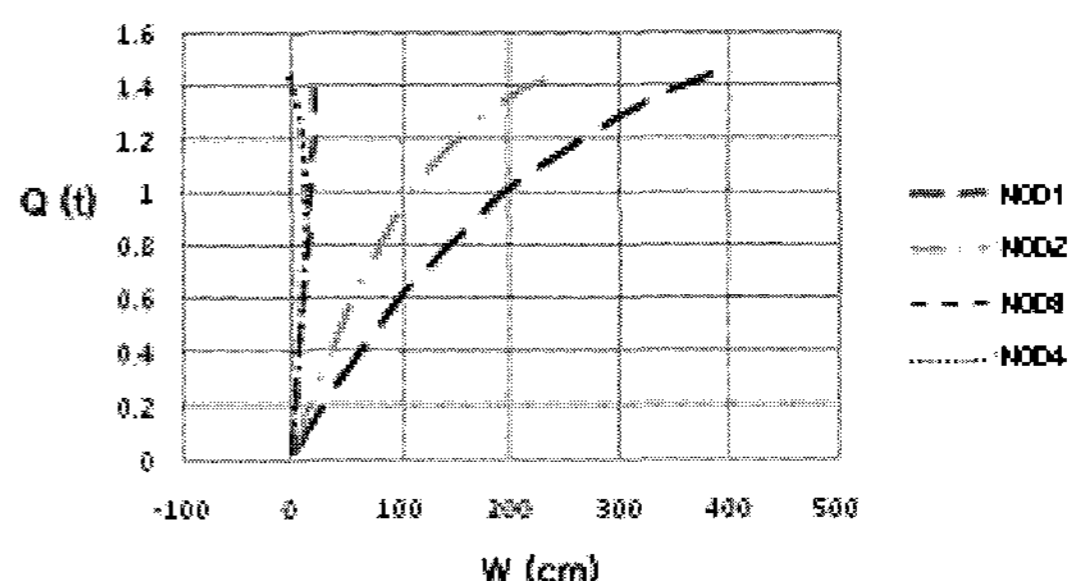
이상의 결과를 종합해 보면 단층래티스 돔의 Erection시, 크레인 로프 인양위치에 따른 구조물의 좌굴내력 차이는 매우 큰 것을 알 수 있으며, 본 모델의 경우 돔의 높이 H 가 작을수록 인양위치에 따른 좌굴내력의 영향이 큰 것을 알 수 있었으며, 반대로 돔의 높이 H 가 클수록 인양위치에 따른 좌굴내력의 영향은 미미한 것을 알 수 있다. 한편, 인양 위치에 관계없이 인양로프 길이에 따른 좌굴내력의 영향은 크지 않은 것을 알 수 있다.

3.2 거동 특성

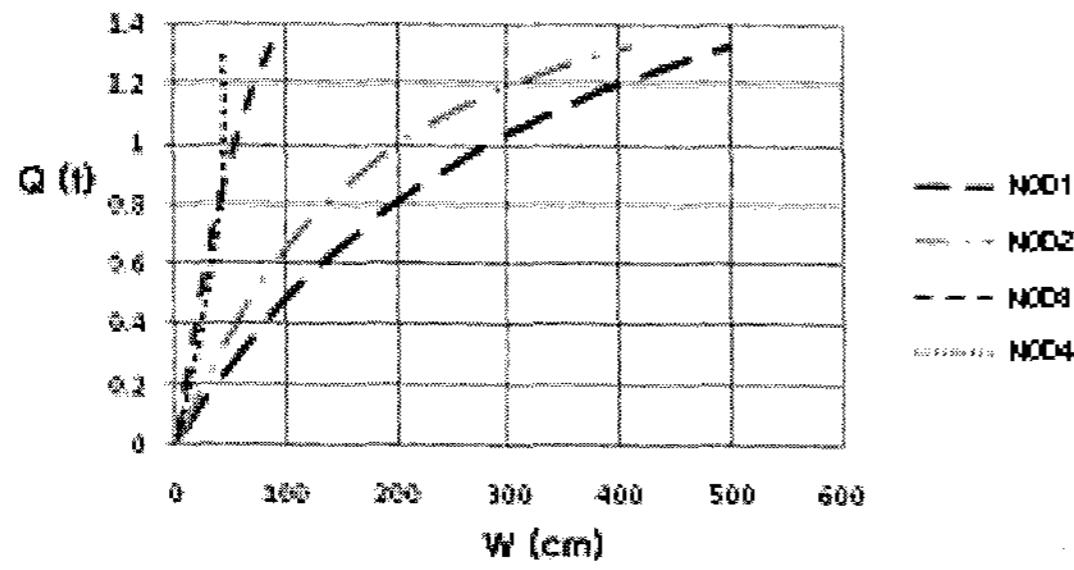
단층래티스 돔의 경우 좌굴 등 stability 문제와 더불어 좌굴전 구조물의 거동에 대한 검토도 매우 중요하다.

<그림 11>과 <그림 12>는 각각 해석조건($H=10$, 인양 포인트: C, $RH=3H$)의 경우와 해석조건 ($H=8$, 인양 포인트: C, $RH=3H$)의 경우에 대한 좌굴직전까지의 하중-변위 관계 곡선을 나타낸다. 그림에서 Q 는 단위 면적당(m^2) 연직방향의 작용하중을 나타내며, W 는 Y방향(연직하방향)의 변위를 나타낸다. 그림의 우측에 표기한 NOD1~NOD4는 1번 절점에서 4번 절점까지의 절점번호를 나타낸다.

<그림 11>과 <그림 12>에서 나타나는 것처럼 좌굴 전 거동은 기하학적 비선형성이 매우 큰 것을 알 수 있다. 이 결과는 실무적 차원에서의 골조 인양시 좌굴 전 비선형성이 매우 크므로 이 처짐으로 인하여 좌굴 징후를 충분히 예견할 수 있으므로 돔 구조물의 Erection에 따른 사고를 예방하는데 유용한 자료가 될 것이다.



<그림 11> 좌굴 전 하중-변위 관계 곡선($H=10$, 인양 포인트: C, $RH=3H$ 의 경우)



〈그림 12〉 좌굴 전 하중-변위 관계 곡선(H=8, 인양 포인트 : C, RH=3H의 경우)

4. 결 론

이상 대공간 구조물 Erection시 가장 적절한 인양 포인트를 선정하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여, 단층 래티스 돔을 대상으로 인양 포인트에 따른 구조물의 거동 및 좌굴 특성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 크레인 로프 인양위치에 따른 구조물의 좌굴내력 차이는 매우 큰 것을 알 수 있었다. 본 모델의 경우 돔의 높이 H가 작을수록 인양위치에 따른 좌굴내력의 영향이 큰 것을 알 수 있었으며, 반대로 돔의 높이 H가 클수록 인양위치에 따른 좌굴내력의 영향은 미미한 것을 알 수 있었다.
- 2) 인양 위치에 관계없이 인양로프 길이에 따른 좌굴내력의 영향은 크지 않은 것을 알 수 있었다.
- 3) 본 연구는 이론적인 모델을 사용하여 단층래티스 돔 구조물의 Erection 시 인양위치에 따른 거동 및 좌굴특성을 검토한 것으로 향후 실무에서 활용가능한 보다 다양한 모델에 대한 시스템적인 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 첨단도시개발사업의 연구

비 지원(과제번호#06 R&D B03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 정환목, 이성연, 지석원, “대공간 건축물 Erection 공법에 관한 사례 조사 연구”, 한국공간구조학회지 제7권 제2호, 2007.4, pp.97-104.
2. H. M. Jung and M. Yamada, “Buckling of Rigidly-Joint Single-Layer Latticed Domes with Square Network-Theoretical and Experimental Basic Study-”, Proceedings of 3rd Summer Colloquium on SHELL AND SPATIAL STRUCTURES, 1990. 8, pp.625-636.
3. Y. HANGAI, “Architectural Institute of Japan. STABILITY OF SINGLE-LAYER LATTICED DOMES STATE-OF-THE-ART”, edited by K. Heki, August, 1989, pp.191-254.
4. M. Yamada, “An Approximation on the Buckling Analysis of Orthogonally Stiffened and Framed Spherical Shell, Shell and Spatial Structure Engineering”, IASS Symposium, Rio de Janerio, Pentech Press, 1988, pp.177-193.
5. K. Heki, “On the Effective Rigidities of Lattice Plates, RECENT RESEARHES OF STRUCTURAL MECHANICS-Contributions in Honour of the 60th Birthday of Prof.Tsubio”, Unosheten, Tokyo, 4. 1968, pp.31-46.
6. M. Yamada et al, “Equivelent Shearing Rigidity for Post Buckling of Thin Circular Cylindrical Shell under External Pressure”, Architectural Institute of Japan, 1981. 9, pp.1185-1186.