

# 압축하중을 받는 파형강판 연결부 상세에 따른 구조거동 분석

## Verification on the Compressive Behavior of Corrugated Steel Plates due to Details of Bolted Lap Joint

오 홍 섭<sup>1)\*</sup>      남 기 욱<sup>2)</sup>  
Oh, Hong Seob      Nam, Ki Wook

### Abstract

This study is dealt with the experimental seam strength of deep corrugated steel plate which is used as underpasses, storm sewers and other buried applications. The soil-metal structure using deep corrugated plate should be sufficient to ensure safety for compressive loading. The experimental and theoretical results on the seam strength are accumulated enough to take the design guideline, even if the seam strength at the bolt connected lap joint in construction site can be varied depending on the connection detailing and the thickness of plate. In this study, compressive behavior of bolted lap jointed plates using various connection detail such as gasket, slot hole, washer was experimentally analyzed. From the test, failure pattern with an increases in the thickness of specimens was changed from plate bearing to bolt shearing. In case of thicker plates than 6.0mm, the structural performance of lap joint using gasket and slot hole is more effective than it of the plate adopted washer.

**Keywords** : Bolt connected lap joint, Connection detailing, Corrugated steel plate, Seam strength

### 1. 서 론

파형강판 구조물(Corrugated steel plate structure)은 파형강판 세그먼트를 현장에서 볼트 조립한 다음 주변을 양질의 흙으로 뒷채움한 구조물로써 공기가 단축되고, 시공성이 우수하기 때문에 생태통로, 소규모 교량 및 압거 등에 널리 적용되고 있다.(김태수, 2009; 오홍섭 외, 2011) 파형강판 구조물은 현장에서 각 세그먼트를 조립하기 때문에 각 파형강판의 제작오차 등을 고려하여 마찰이음이 아닌 지압이음 형태로 볼트 연결하는 것이 원칙이다. 강판 연결의 경우 마찰이음 또는 지압이음 등의 형태에 따라 볼트 연결부의 응력 분산 및 볼트의 풀림방지 등을 위하여 와셔, 슬롯 등을 적용하도록 하고 있으나(최병정, 2005), 파형강판 구조체의 경우에는 국내에 명확한 규정 등이 제시되어 있지 않은 상태이다.(심종성 외, 2011) 따라서 본 연구에서는 파형강판 연결부 볼트이음시 1) 볼트구멍 상하부를 길게 천공한 slot hole을 적용한 경우, 2) 볼트 이음부에서의 방수 처리를 위하여 두 강판 사이에

개스킷을 설치하는 경우, 3) 이음부의 응력집중 및 볼트 풀림을 방지하기 위하여 와셔를 사용하는 경우에 대하여 강판 두께별 영향을 실험적으로 검증하고자 하였다.

단기간 파형강판 구조물의 경우 압축링 이론을 통해 해석이 가능하다. 압축링 이론은 구조물에 상재하는 연직토압이 작용할 때(Fig. 1a) 연직 방향의 지름이 축소되고 수평방향의 지름이 확대되어 측면의 토사를 압축하게 되고 수동토압이 발생하게 된다(Fig. 1b). 결국, Fig. 1c와 같이 구조물 주변의 토압이 거의 일정하게 되며 이러한 하중분포는 구조물이 압축링과 같이 거동하므로 휨모멘

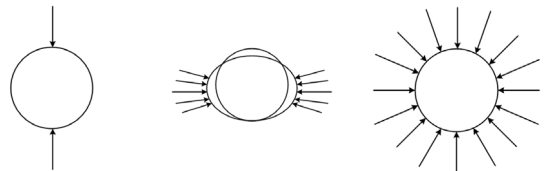


Fig. 1 Compression ring theory of short-span corrugated steel plate structures

1) 정희원, 경남과학기술대학교 토목공학과 교수, 교신저자  
2) 정희원, 경남과학기술대학교 토목공학과 석사과정

\* Corresponding author : hongseob@jinju.ac.kr 055-751-3299  
• 본 논문에 대한 토의를 2012년 2월 29일까지 학회로 보내주시면 2012년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

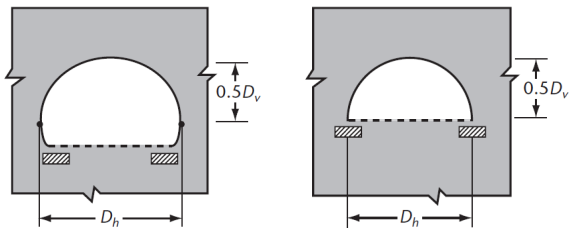
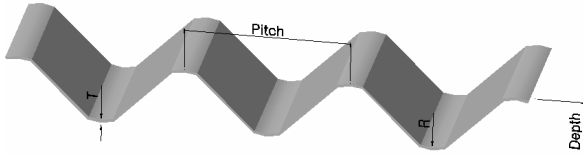
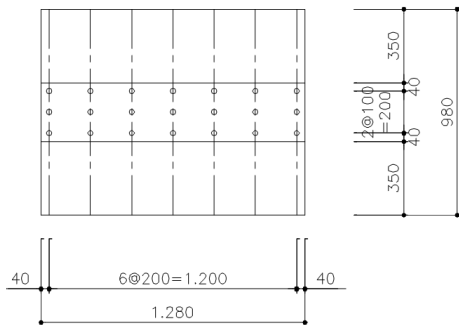


Fig. 2 Typical shapes of corrugated multi-plates structures



pitch = 400.0 mm , depth = 150 mm , R = 81.00mm

(a) dimension of deep corrugated steel plate



(b) configuration of bolt jointed specimen

Fig. 3 Specimen geometry of deep corrugated steel plates

트가 억제되고 축방향 압축력에 의해 거동이 지배된다(유호연, 2001; Duncan, 1979).

Fig. 2와 같이 파형강판구조는 원형 또는 아치형의 지중구조물의 형태로 시공되므로 구조체에는 압축응력이 주응력의 형태로 작용하게 되며, 부분적인 휨응력이 발생하게 된다. 따라서 본 연구에서는 두께 5, 6, 7, 및 8mm의 파형강판의 볼트연결 조건을 변화시킨 경우에 대하여 압축하중하에서의 내하력, 파괴형태 및 연성 등의 거동 특성을 분석하고자 하였다.

## 2. 실험계획

### 2.1 파형강판의 특성 및 성질

본 연구에서 사용한 대골형 파형강판의 형상 및 제원은 Fig. 3과 같으며, 대골형 파형강판의 단면특성과 기계적

Table 1 Sectional properties of deep corrugated steel plate

Thickness	(mm)	5.00	6.00	7.00	8.00
Area	(mm <sup>2</sup> /mm)	6.811	8.260	9.640	10.935
Section modulus	(mm <sup>3</sup> /mm)	235.04	283.71	329.69	372.48
Moment of Inertia	(mm <sup>4</sup> /mm)	19,060	23,154	27,071	30,759

Table 2 Mechanical properties of plate

	Yield strength	Ultimate strength	Elongation (%)	
			t ≤ 5	5 < t ≤ 16
ASTM A1018 Grade40	285 MPa	380 MPa	19	15

Table 3 Mechanical properties of bearing bolt

	Nominal strength	Minimum strength	Proof strength	Fracture Elongation
bearing bolt	1000MPa	1040MPa	830MPa	9%

Table 4 Test variables for compressive test of bolt jointed plates

Dimension	Thickness (mm)	Detailing	No. specimen
1,280mm × 980mm	5.0, 6.0, 7.0, 8.0	19mm-washer	2
		19mm-gasket	2
		19mm-slot hole	2
		22mm	2

성질은 각각 Table 1과 2에 정리하였다.

파형강판 구조물은 공장제작된 파형강판을 현장에서 지압이음용 볼트로 체결하는 방식으로 시공되기 때문에 구조물의 안전성은 볼트 이음부의 강도에 크게 영향을 받게 된다. 본 연구에서는 현장과 동일한 볼트를 사용하였으며 기계적 성질은 Table 3에 정리하였다.

사용된 강판의 재질은 ASTM A1018 GR40 강재를 사용하였고, 이음부의 볼트 배열은 3Hole×7열 총 21개로 연결부에는 19mm 볼트의 경우에는 washer, gasket, slot hole을 적용하였다. 이때 19mm 볼트만을 적용한 경우에 대해서는 김태수(2009)의 실험결과를 참조하였으며, 볼트 직경의 영향을 평가하기 위하여 22mm 볼트만으로 연결된 실험체를 제작하였다. 실험체 변수는 Table 4에 나타난 것과 같이 각 변수별 2개씩의 실험체를 제작하여 총 32개 실험체에 대하여 실험을 수행하였다.

### 2.2 실험방법

대골형 파형강판 이음부 압축실험에 대한 실험방법 및

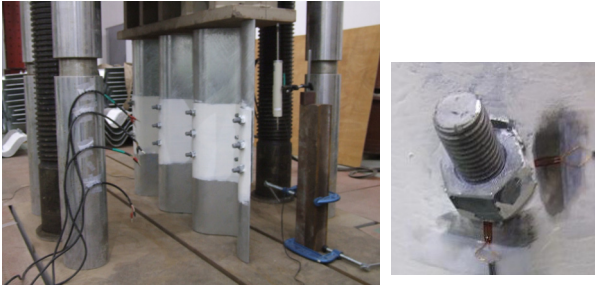


Fig. 4 Test setup and gage installation on the periphery of bolt

가력조건이 규정되어 있지 않기 때문에 본 연구에서는 김태수(2009)와 이주원(2011)의 연구 결과를 바탕으로 0.05mm/sec의 속도의 하중을 변위제어 방식으로 가력하였다. 하중가력은 5,000kN 용량의 UTM을 사용하였으며, 실험체 양쪽에 LVDT를 설치하여 변위를 측정하였고, Fig. 4에 나타난 것과 같이 변형을 게이지를 볼트 주변에 수직, 수평으로 부착하여 강판의 변형을 계측하였다.

### 3. 실험결과분석

#### 3.1 연결부 설계기준 강도

압축하중을 받는 파형강판 볼트 이음부는 강판의 지압 저항과 볼트의 전단저항에 대한 이론적인 이음부 저항력을 평가하고자 하였다. 현재 파형강판 구조체의 설계는 한계상태설계기준에 근거한 CSA의 CHBDC(2003)를 준용하고 있으므로 지압과 전단에 대해서는 식(1)과 (2)에 의하여 이음부의 파괴강도를 산정하였으며, 좌굴에 대해서는 AASHTO의 하중저항계수설계법(LRFD)에 근거하여 산정하였다.(AASHTO, 2002; AASHTO M167, 2009)

식 (1)과 (2)의 결과는 강도감소계수  $\phi$  는 고려하지 않은 상태에서 실험결과와 비교, 고찰하였다.

$$\text{전단} : V_r = 0.7[0.6\phi nmA_bF_u] \quad (1)$$

$$\text{지압} : B_r = 3\phi tdnF_u \quad (2)$$

$$\text{좌굴} : F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{(l_2/r)^2} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \quad (3)$$

여기서,  $d$ =볼트공칭직경,  $m$  : 전단단면수,  $n$  = 볼트의 개수,  $t$ =강판의 두께,  $A_b$ =볼트의 공칭단면적,  $E$ = 강제

의 탄성계수,  $F_u$ =파형강판 인장강도,  $\phi$  =강도감소계수

$$(\phi=0.67), \lambda^2 : l/\sqrt{\frac{I}{A}}$$

Table 5에는 실험결과와 이론적인 공칭강도를 정리하였으며, 19mm 볼트만으로 연결된 파형강판의 실험결과는 김태수(2009)의 연구 결과를 참조하였다. 강판두께가 증가함에 따라 내하력이 증가하는 것으로 나타났으나, 증가폭은 감소하는 것으로 관찰되었다.

19mm 볼트가 개스킷과 슬롯으로 연결된 경우는 볼트만으로 연결된 부재에 비하여 낮은 최대강도를 발현한 반면 와셔가 적용된 이음부는 볼트만 적용된 이음부에 비하여 강도가 높게 나타났다. 6mm 강판의 경우에는 모든 경우가 19mm 볼트만 연결된 경우보다 강도가 높게 나타났으나, 7mm 이상의 강판에서는 개스킷과 와셔가 적용된 경우가 낮게 나타나는 경향을 보였으며, 파괴의 형태도 볼트 전단에 의하여 파괴되는 것으로 나타났다. 특히 8mm 강판 이음부에서는 모든 경우가 볼트만 연결된 경우보다 강도가 낮게 나타났다.

모든 실험체의 실제 파괴강도는 이론적인 강도에 비하여 충분히 높은 것으로 관찰되어 이론식이 보수적인 것으로 판단된다. 파괴형태 예측의 경우 6mm 이상에서 볼트 전단에 의한 파괴가 예측되는데 반하여 실험에서는 6mm의 경우 와셔가 적용된 경우에만 볼트 전단이 발생하였으며, 8mm의 경우만 이론예측과 같이 볼트 전단에 의해 파괴되었고 7mm 강판 이음부는 연결상세에 따라 볼트전단과 지압파괴가 혼재되는 형태를 나타내었다.

전체적으로 5mm 강판에서는 와셔를 적용하는 경우가 효과적인 것으로 나타났으나, 두께가 증가함에 따라 6mm와 7mm의 경우에는 슬롯이 적용된 경우, 그리고 8mm 강판 이음부에서는 볼트만 적용된 경우가 효과적인 것으로 나타났다.

#### 3.2 하중-변위 및 하중-변형을 관계

Fig. 5에는 각 변수별 대표적인 실험체의 하중-변위 관계를 나타내었다. 5mm강판의 경우에는 강판이 지압파괴가 발생하기 시작하는 1,600kN까지 개스킷과 와셔가 적용된 실험체의 하중-변위 관계가 유사한데 반하여 슬롯이 적용된 실험체는 변형이 상대적으로 크고 2,000kN 부근에서 지압파괴가 발생하는 것으로 관찰되었다. 22mm

Table 5 Summary of the experimental and theoretical ultimate seam strength results

		Test			Theory			Failure Mode				
		Peak Load (KN)	Average Strength (KN)	Displacement at Peak Load (mm)	Bolt Shear	Plate Bearing	Buckling	Test	Theory			
5.0mm	19mm	2460.21	2352	25.51	2614	2280	4933	P · B	P · B			
		2243.38		23.88								
	19mm-gasket	2159.91	2282	24.64								
		2405.56		24.38								
	19mm-slot hole	2282.49	2330	34.92								
		2378.59		29.02								
	19mm-washer	2510.98	2448	28.29								
		2385.46		32.68								
	22mm	2270.72	2349	19.01				3027	2639		P · B	P · B
		2428.60		27.43								
6.0mm	19mm	2848.38	2654	33.77	2614	2736	5996	P · B	B · S			
		2465.11		36.59								
	19mm-gasket	2977.29	2918	30.19								
		2859.11		30.56								
	19mm-slot hole	2926.79	2930	29.97								
		2933.64		29.23								
	19mm-washer	2671.81	2789	21.52								
		2906.68		26.51								
	22mm	2634.55	2887	26.84				3027	3167		P · B	B · S
		3139.59		26.84								
7.0mm	19mm	2905.04	2969	18.46	2614	3192	7012	B · S	B · S			
		3033.22		16.86								
	19mm-gasket	2902.76	2871	20.37								
		2840.97		19.28								
	19mm-slot hole	3273.93	3140	27.44								
		3006.70		20.37								
	19mm-washer	2917.47	2887	23.34								
		2857.65		21.76								
	22mm	3584.81	3603	32.78				3027	3695		P · B	B · S
		3623.06		23.57								
8.0mm	19mm	3466.67	3325	21.06	2614	3648	7963	B · S	B · S			
		3182.47		21.80								
	19mm-gasket	2585.02	2550	15.00								
		2512.45		14.20								
	19mm-slot hole	2978.75	2923	24.83								
		2868.92		16.62								
	19mm-washer	2737.02	2498	15.75								
		2259.44		15.71								
	22mm	3519.10	3693	22.51				3027	4223		P · B-B · S	B · S
		3867.73		32.52								

BS is bolt shearing failure, PB is plate bearing failure

볼트는 전체적인 하중-변위관계의 기울기인 축강성이 다른 실험체에 비하여 큰 것으로 나타났다.

6mm 강판 실험체의 경우는 연결형태에 관계없이 2,500

kN부근까지 유사한 하중변위 관계를 나타내었으나, 와셔가 적용된 실험체가 볼트전단에 의하여 급격한 하중감소와 함께 취성파괴된 것에 비하여 다른 실험체는 지압에

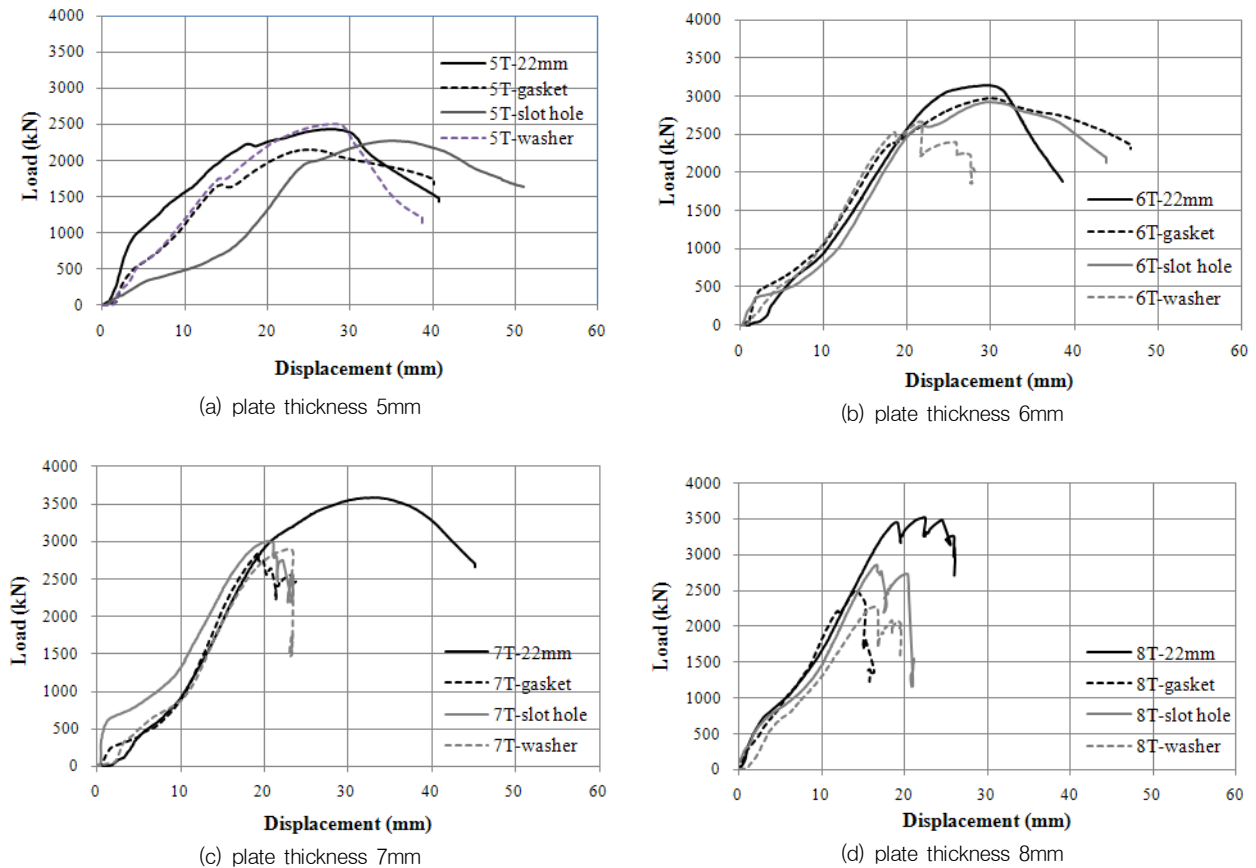


Fig. 5 Load displacement relationship of bolt jointed corrugated steel plate under compressive loading

의한 연성적인 파괴형태를 나타내었다. 7mm 강판 이음부에서는 22mm 볼트 이음의 경우를 제외한 모든 실험체가 전단파괴 후 취성파괴를 나타냈으며, 8mm 실험체는 모든 실험체가 전단파괴에 의한 취성파괴 형태를 나타내었다.

볼트 이음상세에 따라 지압파괴가 지배적인 강판 두께 5mm에서는 개스킷 이음에서 강도저하 현상이 나타나는 것에 비하여 와셔의 경우에는 강도를 증진시키고 있으나, 이음부의 파괴가 변화되는 두께 6mm 이상에서는 와셔가 강도 저하 현상을 발생시키고, 상대적으로 슬롯이 적용된 경우가 상대적으로 높은 강도에서 파괴되는 것으로 나타났다. 이는 지압이음으로 연결되는 파형강판의 특성상 두께가 작은 강판의 경우에는 와셔가 체결력을 높이고 응력을 분산시킴으로서 강도를 향상시키는 반면, 두께가 커지는 경우에는 강판의 강도가 높아지기 때문에 응력분산의 효과보다는 슬롯에 의한 볼트 체결시의 축방향 여유도가 강도에 긍정적인 효과를 나타낸 것으로 판단된다.

Fig. 6에는 실험체의 전형적인 파괴형태를 나타내다. 5,

6mm 강판의 경우에는 지압 파괴 후 최종적으로 국부좌굴파괴가 발생한 반면, 7, 8mm 강판의 경우에는 볼트전단후 국부좌굴이 같이 발생하는 경우가 많은 것으로 관찰되었다.

Fig. 7에는 볼트홀 주위에서의 수직, 수평 변형률을 나타내었다. 5mm 강판 중 22mm 볼트와 개스킷 실험체는 볼트홀 상단의 수직변형과 홀 우측의 수평 변형이 측정되었으며, 다른 실험체는 모두 볼트 홀 하단과 우측의 변형을 측정하였다. 볼트홀 주위의 수평변형은 전체적으로 크지 않은 것으로 나타났으나, 수직변형의 경우에는 강재의 항복거동과 볼트 전단에 의한 변형률의 변화가 비교적 뚜렷하게 관찰되었다. 변형률측면에서는 모든 실험체가 국부적으로 항복강도를 넘어선 상태에서 지압 또는 전단에 의하여 파괴된 것으로 관찰되었다.

### 3.3 연성도 평가

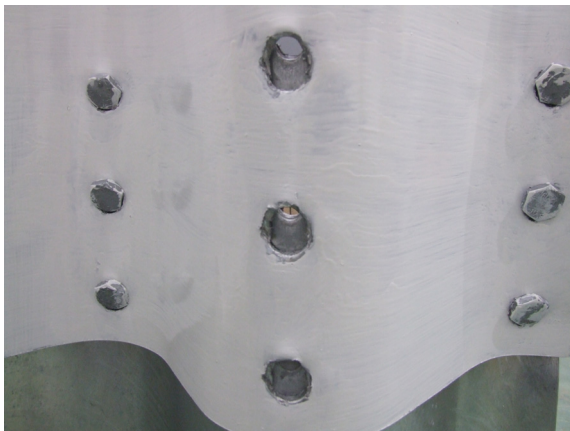
압축실험체의 파괴형태가 강판의 두께 및 연결조건에 따라 상이하기 때문에 본 연구에서는 실험체의 연성도를



(a) combined failure with plate bearing and local buckling (I)



(b) combined failure with plate bearing and local buckling (II)



(c) Bolt shearing failure (I)



(d) combined failure with bolt shearing and local buckling

Fig. 6 Typical failure patterns of bolt jointed corrugated steel plate under compressive loading

평가하여 구조물의 파괴연성 정도를 평가하고자 하였다. 구조물의 연성을 평가하는 방법은 여러 형태가 있으나, 본 연구에서는 변위를 기준으로 하였으며, 하중변위 관계를 분석하여 하중-변위관계의 선형에서 비선형으로 변화되는 구간을 항복점으로 가정하였으며, 최종 실험 종료시의 변위를 파괴 변위로 정의하여 식 (4)와 같은 연성지수를 적용하였다.(권순범과 윤영수; 2002)

$$\mu = \frac{\Delta_f}{\Delta_y} \quad (4)$$

여기서,  $\mu$ 는 연성지수,  $\Delta_f$ 는 파괴시 변위,  $\Delta_y$ 는 항복시 변위

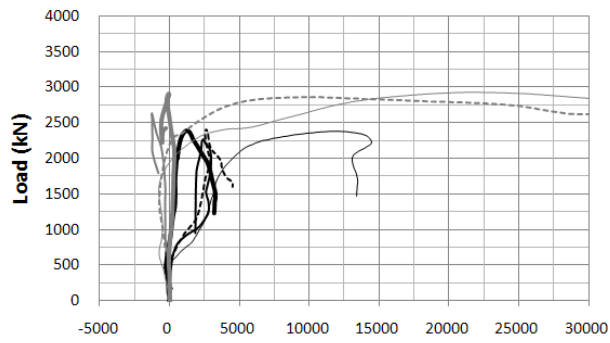
실험체의 연성지수는 Table 6에 정리하였다. 강판의 두께가 작은 경우에는 개스킷을 적용한 경우의 연성이 상

대적으로 높게 나타났으나, 두께가 증가할 경우에는 연결 조건의 차이는 미미한 것으로 나타났으며, 특히 8.0mm 강판의 경우에는 볼트 직경이 증가하여도 연성도의 증가는 미미한 것으로 관찰되었다.

파괴양상과 비교해 보면 지압파괴가 일어난 실험체에서는 최소 1.74에서 최대 2.73의 연성지수를 나타내었으나, 전단파괴가 일어난 실험체에서는 최소 1.17에서 최대 1.5의 연성지수로 지압파괴시 보다 연성지수가 약 70% 감소하였다. 따라서 구조물의 연성확보를 위해서는 상대적으로 취성적인 볼트 전단파괴보다는 강재의 지압파괴를 유도하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

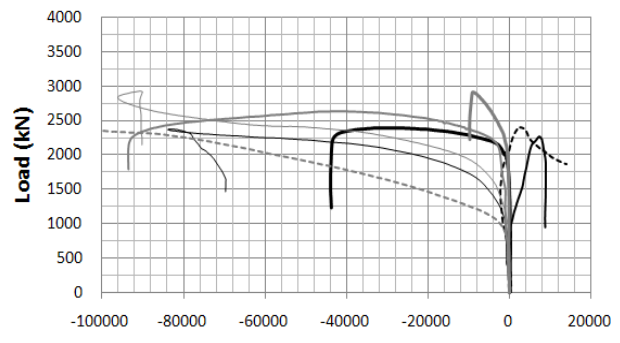
### 3.4 파형강판 이음부 압축강도에 대한 고찰

각 실험에서 얻어진 이음부 극한하중 값들을 변수별로 정리하면 두께 5.0mm와 6.0mm에서는 각각 와셔와 슬롯 실험체가 그리고 7.0mm에서는 22mm 볼트 실험체가 각



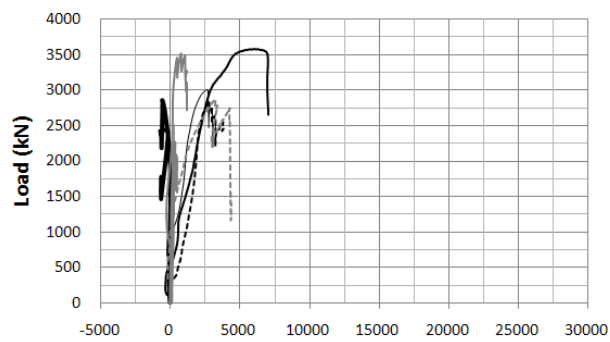
Horizontal Strain  
 — 5t-22mm    - - - 5t-gasket    — 5t-slot hole    — 5t-washer  
 — 6t-22mm    - - - 6t-gasket    — 6t-slot hole    — 6t-washer

(a) Loads–horizontal strain relationship (5, 6mm plate)



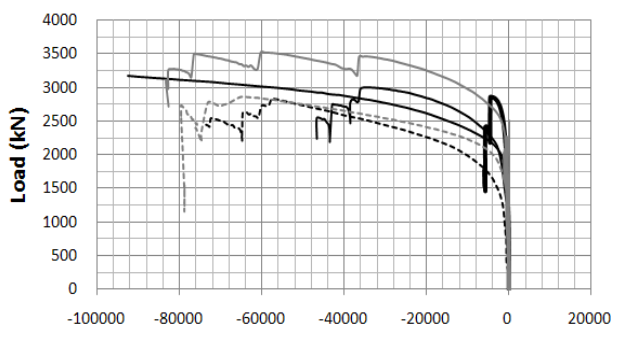
Vertical Strain  
 — 5t-22mm    - - - 5t-gasket    — 5t-slot hole    — 5t-washer  
 — 6t-22mm    - - - 6t-gasket    — 6t-slot hole    — 6t-washer

(b) Loads–vertical strain relationship (5, 6mm plate)



Horizontal Strain  
 — 7t-22mm    - - - 7t-gasket    — 7t-slot hole    — 7t-washer  
 — 8t-22mm    - - - 8t-gasket    — 8t-slot hole    — 8t-washer

(c) Loads–horizontal strain relationship (7, 8mm plate)



Vertical Strain  
 — 7t-22mm    - - - 7t-gasket    — 7t-slot hole    — 7t-washer  
 — 8t-22mm    - - - 8t-gasket    — 8t-slot hole    — 8t-washer

(a) Loads–vertical strain relationship 7, 8mm plate)

Fig. 7 Loads–strain relationship at bolt hole

Table 6 Ductility index of specimens

Connection Type		$\Delta_y$	$\Delta_f$	$\mu = \Delta_f / \Delta_y$
5.0	22mm	17.80	39.98	2.25
	gasket	14.20	38.83	2.73
	slot hole	24.67	50.87	2.06
	washer	14.20	38.72	2.73
6.0	22mm	22.27	38.64	1.74
	gasket	17.75	46.64	2.63
	slot hole	21.23	43.75	2.06
7.0	22mm	20.53	45.05	2.19
	gasket	19.90	23.36	1.17
	slot hole	17.73	23.10	1.30
8.0	washer	18.47	23.31	1.26
	22mm	17.99	26.01	1.45
	gasket	11.61	15.80	1.36
	slot hole	15.86	21.01	1.32
	washer	15.36	19.39	1.26

각 가장 높은 극한강도를 나타내었다. 그러나 8.0mm의 실험체의 경우 22mm 볼트 실험체를 제외한 나머지 실험체들은 극한강도가 감소하는 것을 나타냈다. Fig. 8에는 각 실험체의 평균이음부 평균 압축강도와 식 (1)과 (2)에 의한 이론강도에 강도감소계수를 적용한 설계이음부 강도를 도시하였으며, 모든 실험체에서 실험값이 설계값과 비교하여 충분한 안전성을 확보한 것으로 판단된다. 그리고 이론적인 파괴형태는 5mm에서 6mm로 증가할 때 지압파괴에서 볼트 전단파괴로 변화하는데 반하여 실제 실험결과에서는 강판 두께 7mm까지는 볼트 전단파괴 지압이 혼재하는 것으로 나타나 파괴양상의 경우에는 이론해석결과와 차이가 있는 것으로 고찰되었다.

Fig. 9에는 파형강판의 두께와 연결형태에 따른 파괴모드를 정리하였다. 그림에 나타난 것과 같이 외서를 적용하는 것은 파형강판 구조물의 연성적인 파괴를 유도하기에는 부적절한 것으로 판단되며, 6mm 이하에서는 개스

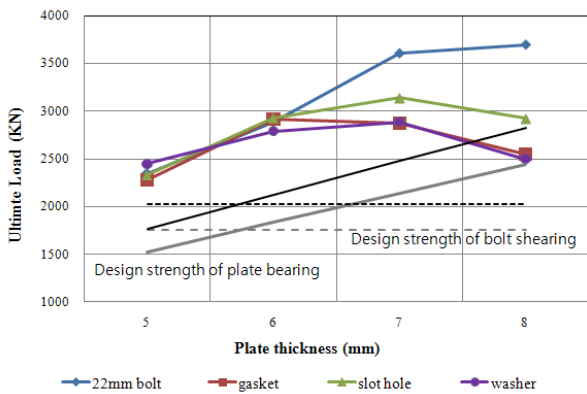


Fig. 8 Factored design strength and ultimate seam strength of bolt jointed corrugated steel plate

킷 또는 슬롯을 적용하는 것이 연성파괴를 확보하는데 보다 절적인 방법인 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

- (1) 강도적인 측면에서는 5.0mm 이하 파형강판 이음부 연결시에는 와셔를 적용하는 것이 강도의 증가와 연성파괴를 유도하는데 바람직한 것으로 판단된다. 그러나 강판의 두께가 증가함에 따라 와셔보다는 슬롯홀을 적용하는 것이 강도와 연성적인 파괴형태를 유도할 수 있는 것으로 나타났다.
- (2) 국내에서 파형강판 구조체의 방수를 위하여 적용되는 개스킷 연결의 경우, 5mm 강판에서는 강도가 낮게 나타났으나, 6mm 강판에서는 슬롯홀 적용 실험체와 함께 높은 강도를 나타내 강도저하현상은 거의 없는 것으로 판단된다. 또한 파괴형태에 있어서도 7mm와 8mm 강판을 제외하고는 연성적인 파괴형태를 유도할 수 있는 것으로 판단된다. 따라서 7mm 이상 강판에서 개스킷을 적용할 경우에는 가급적 19mm 볼트보다는 22mm 볼트를 동시에 적용하는 것이 강도와 연성파괴를 확보하는데 유리할 것으로 판단된다.
- (3) CHBDC에서 제시하고 있는 파형강판 이음부의 강도 평가식에 의한 이음부 강도는 실제 실험결과에 비하여 충분히 안전한 것으로 나타났으며, 파괴형태에 대한 예측도 유사한 결과를 나타내어 국내 파형강판 구조물의 설계시 활용이 가능할 것으로 판단된다.
- (4) 본 연구는 순수압축하중을 받는 구조체의 연결부

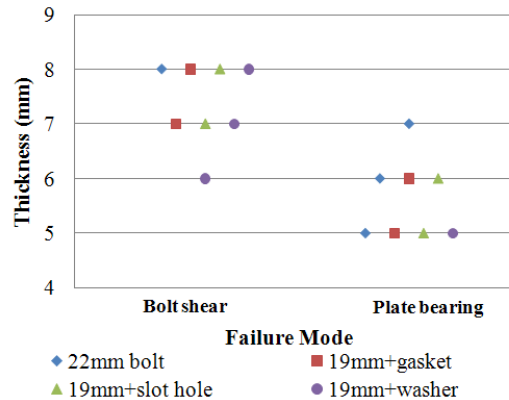


Fig. 9 Failure pattern of lap jointed corrugated steel plates by various connection detailing

거동에 대한 결과로서 휨과 압축을 동시에 받는 구조물의 경우에는 압축/휨의 응력비에 따라 거동특성이 변화할 수 있으므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 경남과학기술대학교의 기성희 연구비 지원과 (주)픽슨의 지원에 의하여 수행되었으며 저자들은 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 권순범, 윤영수, "고강도 철근을 활용한 휨 부재의 연성거동에 관한 연구", 한국도시방재학회논문집, 제2권 1호, 2002, pp.119-126.
2. 김태수, "콘크리트 충전 대골형 파형강판 구조물의 파괴거동에 대한 실험적 연구", 한양대학교 대학원 토목공학과 석사학위논문.
3. 심종성, 이현기, 강태성, "성능 개선된 대골형 파형강판의 설계 압축 및 휨 강도 평가에 대한 연구", 구조물진단학회지, 15(3), 2011, pp.155-162.
4. 오홍섭, 이주원, 전병진, "볼트이음된 대골형 파형강판의 구조거동에 대한 실험적 평가", 구조물진단학회지, 15(3), 2011, pp.79-87.
5. 유호연, "장스팬 파형강판 구조물의 설계법 개발", 한양대학교 대학원 토목공학과 석사학위논문, 2001.
6. 최병정, "볼트로 접합된 인장 이음부의 거동", 구조물진단학회지, 15(3), 2005, pp.225-232.
7. AASHTO, "Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition", American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002.
8. AASHTO M167, "Standard Specification for Corrugated Steel Structural Plate", Zinc-Coated, for Field-Bolted



- 
- Pipe, Pipe-Arches, and Arches, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2009.
9. Canadian Standard Association, "Canadian Highway Bridge Design Code(CHBDC)", Ministry of Transportation of Canada, 2003.
10. Duncan, J. M., "Behaviour and Design of Long-Span Metal Culvert Structures", ASCE Journal of Geotechnical Division, 105(GT3), 1979, pp.399-417.

(접수일자 : 2011년 5월 2일)  
(수정일자 : 2011년 8월 23일)  
(심사완료일자 : 2011년 9월 2일)

---

## 요 지

본 연구는 소규모 지하통로, 저류시설 및 지중구조물에 많이 적용되고 있는 파형강판구조의 이음부강도를 실험적으로 평가하고자 하였다. 대골형파형강판을 사용하는 지중 강구조물은 압축력에 대하여 충분한 안정성을 확보하여야 한다. 그러나 현장에서 볼트 연결되는 이음부가 강판의 두께, 캐스킷, 와셔, 슬롯홀과 같은 연결상세에 따라 강도가 변화함에도 불구하고 이음부강도에 대한 실험적 이론적 결과가 설계에 반영할 수 있을만큼 충분히 축적되지 않은 상태이다. 본 연구에서는 다양한 연결상세를 적용한 경우의 이음부 압축거동을 실험적으로 분석하였다. 연구결과 강판의 두께가 증가함에 따라 강판지압파괴에서 볼트전단의 형태로 파괴 형태가 변화하는 것으로 나타났으며, 6.0mm 이상의 플레이트에서는 캐스킷과 슬롯홀을 적용한 이음부가 와셔를 적용한 경우보다 효과적인 거동을 보이는 것으로 관찰되었다.

**핵심 용어** : 볼트연결된 이음부, 연결상세, 파형강판, 이음부 강도

---