



## 슈퍼대골형 파형강판 볼트 이음부 압축강도 평가 실험 연구

박영석<sup>1</sup> · 최광수<sup>2</sup> · 박연철<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>교수, 명지대학교, 토목환경공학과, <sup>2</sup>前석사과정, 명지대학교, 토목환경공학과, <sup>3</sup>선임연구원, 서울대학교, 건설환경종합연구소

### Experimental Study on Compressive Seam Strength of Bolted Connections in Extra-deep Corrugated Steel Plates

Park, Young-Suk<sup>1</sup>, Cui, Guangzhu<sup>2</sup>, Park, Yeun-Chul<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yong-in, 17058, Korea

<sup>2</sup>Former master course, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yong-in, 17058, Korea

<sup>3</sup>Senior researcher, Institute of Construction and Environmental Engineering, Seoul National University, Seoul, 08299, Korea

**Abstract** - Corrugation size has been increased to improve the structural performance of corrugated plate. Recently, extra-deep corrugated steel plate (EXDEC) which has the corrugation size of 500mm×240mm has been developed. Since the corrugated plates are connected by bolts, compressive seam strength is the major parameter for design. Compression test was conducted to experimentally verify the compressive seam strength of the EXDEC by varying the plate thickness and the bolt arrangement. Test results showed that local buckling and bolt failure were occurred for the plates having the thickness less than 6.0mm and greater than 7.0mm, respectively. Moreover, it was found that the compressive seam strength increased by applying additional bolts at the web.

**Keywords** - Extra-deep corrugated steel plate, Compressive seam strength, Experimental study, Bolted connection, Bolt failure, Local buckling

#### 1. 서론

파형강판은 구조용 강판을 파형 모양으로 성형하여 강판의 강성을 증가시킨 구조 부재로서 지중 구조물, 격납고, 터널 및 교량 등 철근콘크리트의 대안으로 많은 시설에 사용되고 있다. 일반 평평한 강판에 비해 구조적으로 단면계수가 10 ~ 30배 크고, 곡선을 따라 하중이 균등하게 분포되어 하중에 대한 저항력과 내하력이 우수하다<sup>[1],[2],[3],[4]</sup>.

파형강판은 강재로 제작되어 하중 작용 시 연성거동하게 되며, 이러한 거동 특성으로 인해 지중에 위치 시 주변 토사와 상호 거동하게 된다. 파형강판이 지중구조물로 사용될 경우 연직토압에

의해 측면의 토사를 압축시켜 저항토압이 발생하게 되며, 이 저항토압은 변형량에 비례하므로 최종적으로는 연직 및 수평토압이 거의 동일한 값이 되는 장점이 있다. 즉 지반과 파형강판의 협성 작용에 의해 외부하중을 견디게 되어 하중으로만 인식되던 지반이 하중을 받아주는 구조물과 같은 효과를 보여주게 된다. 따라서 박판임에도 고성토의 큰 하중에도 저항이 가능하다. 이러한 파형강판의 경제성과 역학적인 장점으로 인해 국내 시장에서는 콘크리트 단일공법을 대신할 수 있는 대안으로 선택되고 있다<sup>[5],[6],[7]</sup>.

파형강판의 구조 성능을 향상시키기 위해 골의 높이를 점점 증가시키고 있다. 골의 형태가 400mm×150mm인 대골형 파형강판에 대한 연구는 꾸준히 진행되었다<sup>[8],[9],[10],[11],[12]</sup>. 최근에는 골의 형태가 500mm×240mm인 슈퍼대골형 파형강판(Extra- Deep Corrugated Steel Plate, EXDEC)이 개발되었다. 이러한 파형강판 부재들은 볼트로 연결되고 볼트 이음부의 강도(Seam Strength)는 중요한 설계 변수가 된다. 본 논문에서는 슈퍼대골형 파형강판의 이음부 강도를 파악하기 위해 판두께와 이음부 볼트 배열을 변화시키면서 압축 시험을 수행하였다. 시험체 판의 두

Note.-Discussion open until April 30, 2019. This manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on September 30, 2018; revised October 07, 2018; approved on October 08, 2018.

Copyright © 2018 by Korean Society of Steel Construction

\*Corresponding author.

Tel. +82-02-880-1538 Fax. +82-2-885-1081

E-mail. ryan1886@gmail.com

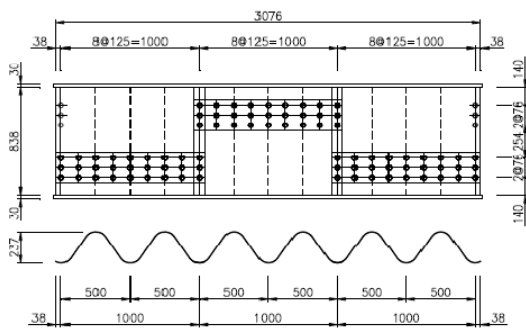
께는 4.0mm에서 8.0mm까지 1.0mm 차이를 주었고, 볼트 배열과 복부볼트 사용 여부에 따라 변화에 따른 이음부 압축강도 시험을 수행하였다. 실험 결과는 강판의 실제 두께 및 항복강도에 따라 보정하여 최종적인 설계 이음부 강도를 결정하였다. 그리고 ASTM A796/A796M(2017)<sup>[13]</sup>과 비교하여 적정성을 검증하였다.

## 2. 시험체 종류 및 실험 방법

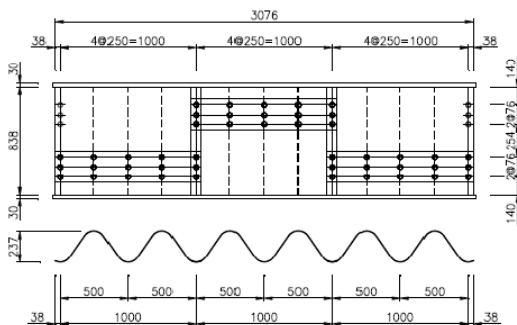
일반적으로 파형강판 사이의 연결은 강판의 끝에서만 볼트로 연결하거나 압축강도를 증가시키기 위해 복부에도 볼트를 체결한다. 본 연구에서는 볼트 배열 수를 변화시키면서 복부볼트가 압축강도에 미치는 영향을 파악하기 위한 실험을 수행하였다.

### 2.1 시험체 종류

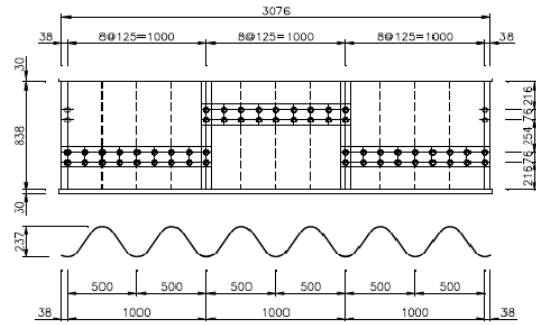
파형강판 이음부 압축강도를 평가하기 위해 다섯 종류의 공칭 판두께를 가지는 파형강판을 대상으로 실험을 수행하였다. 사용된 강판의 재질은 SS590이었고 강판의 공칭 판두께는 4.0mm, 5.0mm, 6.0mm, 7.0mm, 8.0mm이었으며 모든 강판두께에 대하여 각 3개의 시험체를 준비하였다. 각각의 판두께에 대해 시험체 형상과 이음 볼트 배치 형태를 Fig. 1.에 나타내었다.



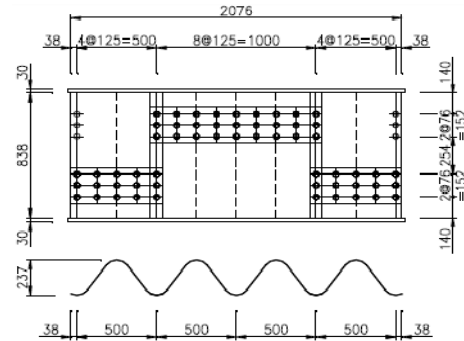
(a) Type-1, L=3.0m, 3 rows with web bolts



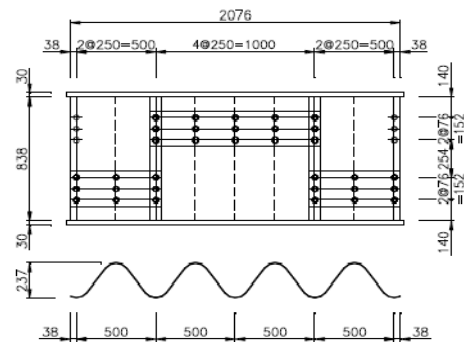
(b) Type-2, L=3.0m, 3 rows without web bolts



(c) Type-3, L=3.0m, 2 rows with web bolts



(d) Type-4, L=2.0m, 3 rows with web bolts



(e) Type-5, L=2.0m, 3 rows without web bolts

Fig. 1. Dimensions and bolt arrangements of the compression test specimens

이음 볼트로는 M22, F13T 고장력 볼트를 사용하였고 볼트 체결 시 위셔를 적용하였다. Fig. 1.(a), (b), (c)의 Type-1, 2, 3은 폭이 1,000mm인 세 장의 강판을 연결한 시험체이고, Fig. 1.(d), (e)의 Type-4, 5는 폭이 1,000mm인 가운데 판의 양쪽에 폭이 500mm인 강판을 연결한 시험체이다. 복부볼트의 영향을 확인하기 위해 타입-1, 3, 4에는 복부에 볼트를 배치하였다. Type-3을 제외한 나머지 시험체는 모두 볼트를 3열로 배치했으나 볼트 배열의 영향을 확인하기 위해 Type-3은 2열 배치를 하였다. 그러

나 강판두께가 7.0mm와 8.0mm인 시험체의 이음부는 더 큰 하중을 지지해야 하므로 볼트를 2열로 배치한 시험체는 제외했다.

## 2.2 실험 방법

시험체에는 단면에 고르게 압축력을 전달할 수 있도록 치구를 제작하여 하중을 재하하였다. 가력부와 지지부에는 Fig. 4.와 같이 시험체 단면에 고르게 압축력을 전달할 수 있도록 지지판을 제작하였다. 10MN 용량의 UTM(universal testing machine)을 사용하였고 하중 재하속도 0.04mm/sec의 변위 제어 방식으로 하중을 재하하였다. 하중은 UTM에 내장되어있는 로드셀을 이용하여 측정하였으며, 변위는 세 개의 변위계를 가력부 지지판 아래에 설치하여 측정하였다.



Fig. 2. Test setup

## 3. 이음부 압축강도 실험 결과

### 3.1 실험 결과

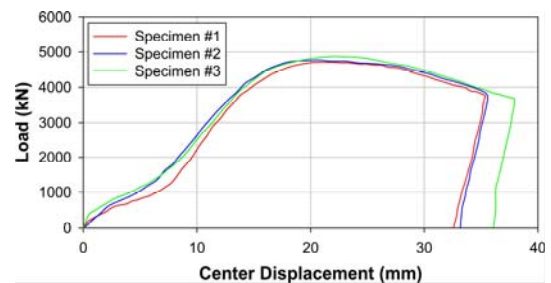
압축 실험 결과 UTM의 가력 한계에 도달한 경우를 제외하고 모든 시험체에서 국부좌굴이 발생하거나 볼트 파단이 발생하였다. Fig. 3.(a)는 4.0mm 두께 강판의 Type-1 시험체에서 국부좌굴이 발생한 것을 보여준다. Fig. 3.(b)에 국부좌굴이 발생한 경우의 하중-변위 곡선을 제시하고 있다. 이 경우 하중이 커짐에 따라 변위가 증가하다가 극한하중에 도달한 후 강판이 항복하여 극한하중보다 작은 하중에서 변위가 증가하고 최종적으로 강판에 국부좌굴이 발생하여 더 이상 하중을 지지하지 못하는 것을 나타낸다.

Fig. 4.는 7.0mm 두께인 강판의 Type-5 시험체가 볼트 파단으로 실험이 종료된 것을 보여준다. Fig. 4.(a)에서 상단에 배치된 볼트 중 좌측으로부터 첫 번째, 두 번째 그리고 마지막 골에 있는 볼트들이 파단되었다. Fig. 4.(b)의 하중-변위 곡선을 보면 강판이 극한 상태에 도달하기 전에 볼트가 파단될 때 하중의 급격한

변화가 발생한 것을 확인할 수 있다.



(a) Local buckling failure

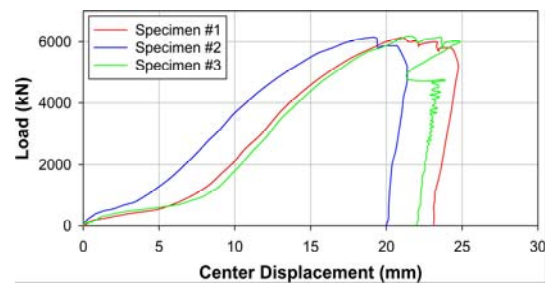


(b) Load-displacement curves

Fig. 3. Test results of the Type-1 specimens having 4.0mm plate thickness



(a) Bolt failure



(b) Load-displacement curves

Fig. 4. Test results of the Type-5

### 3.2 실험 결과 보정

실제 실험에 사용된 파형강판 실험체의 두께 및 극한강도가 강판의 공칭 두께 및 공칭 극한강도와 차이가 있으므로 실험에서 구한 값을 보정하여 공칭 극한강도를 구해야 한다. 이러한 보정은 강판에 국부좌굴이 발생하거나 가력 한계에 도달한 실험 결과에 대해서만 적용하고 볼트의 전단파단이 발생한 경우는 실험체가 극한 상태에 도달하지 못했으므로 실험값을 그대로 사용하였다. 강판두께에 대한 보정은 공칭 두께와 소재인장실험 시 측정된 강판두께를 고려하였다.

이음부 압축강도 실험 결과 두께가 7.0mm와 8.0mm 인 시험체에서는 일부 시험체가 가력 한계에 도달하였다. 대부분의 시험체에서는 강판의 국부좌굴 또는 볼트 파단에 의해 실험이 종료되었다. 이음부 압축강도 실험 결과를 강판두께 별로 Table 1부터 5까지 나타내었다. 표에서 압축강도(seam strength)는 실험에서 구한 극한값이다. 보정 압축강도(corrected seam strength)는 실험으로 구한 압축강도를 판두께를 고려하여 보정한 값을 나타낸 것이다.

**Table 1.** Compressive test results of 4.0mm plate thickness (thickness correction factor: 0.99)

Types	Seam Strength (kN/m)	Corrected Seam Strength (kN/m)	Average Seam Strength (kN/m)
1	1,601	1,585	1,726
	1,898	1,879	
	1,731	1,714	
2	1,514	1,499	1,485
	1,532	1,517	
	1,453	1,438	
3	1,666	1,649	1,662
	1,668	1,651	
	1,704	1,687	
4	1,955	1,935	1,935
	1,903	1,884	
	2,006	1,986	
5	1,634	1,618	1,585
	1,642	1,626	
	1,527	1,512	

**Table 2.** Compressive test results of 5.0mm plate thickness (thickness correction factor: 0.98)

Types	Seam Strength (kN/m)	Corrected Seam Strength (kN/m)	Average Seam Strength (kN/m)
1	2,356	2,309	2,396
	2,501	2,451	
	2,479	2,429	
2	1,993	1,953	1,927
	1,974	1,935	
	1,933	1,894	
3	2,286	2,240	2,284
	2,388	2,340	
	2,319	2,273	
4	2,573	2,522	2,569
	2,656	2,603	
	2,635	2,582	
5	1,935	1,896	1,912
	1,925	1,887	
	1,994	1,954	

**Table 3.** Compressive test results of 6.0mm plate thickness (thickness correction factor: 0.99)

Types	Seam Strength (kN/m)	Corrected Seam Strength (kN/m)	Average Seam Strength (kN/m)
1	3,029	2,999	3,063
	3,047	3,017	
	3,205	3,173	
2	2,610	2,584	2,566
	2,564	2,538	
	2,601	2,575	
3	2,988	2,958	2,964
	2,930	2,901	
	3,064	3,033	
4	3,307	3,274	3,296
	3,364	3,330	
	3,317	3,284	
5	2,603	2,577	2,534
	2,533	2,508	
	2,542	2,517	

**Table 4.** Compressive test results of 7.0mm plate thickness (thickness correction factor: 0.98)

Types	Seam Strength (kN/m)	Corrected Seam Strength (kN/m)	Average Seam Strength (kN/m)
1	3,208	3,144*	3,144
2	3,055	2,994	2,977
	2,964	2,905	
	3,093	3,031	
4	4,035	3,954	4,053
	4,261	4,176	
	4,112	4,030	
5	2,916	2,858**	2,854
	2,905	2,847**	
	2,915	2,857**	

\* Reached maximum capacity of UTM

\*\* Bolt failure

**Table 5.** Compressive test results of 8.0mm thick plate (thickness correction factor: 1.0)

Types	Seam Strength (kN/m)	Corrected Seam Strength (kN/m)	Average Seam Strength (kN/m)
1	3,203*	3,203	3,203
2	2,476**	2,476	2,655
	2,759**	2,759	
	2,729**	2,729	
4	4,722*	4,722	4,722
5	2,897**	2,897	2,915
	2,873**	2,873	
	2,976**	2,976	

\* Reached maximum capacity of UTM

\*\* Bolt failure

### 4. 실험 결과 분석 및 평가

Fig. 5.는 시험체 두께 별로 시험체 타입과 Table 1부터 5에 나타난 평균 압축강도를 막대 그래프로 나타낸 것이다. Fig.

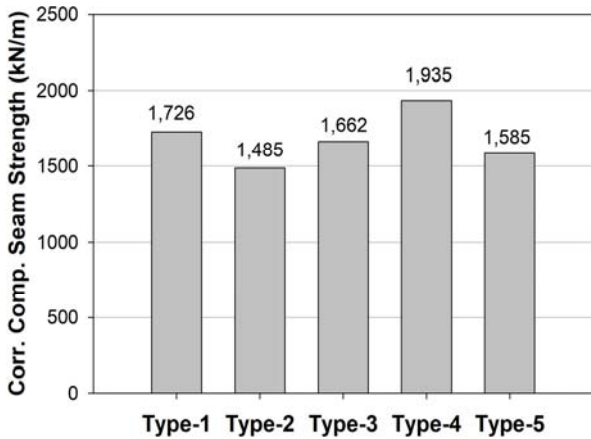
5.(a), (b), (c)와 같이 강판두께가 4.0mm, 5.0mm, 6.0mm인 경우의 이음부에서는 볼트 파단 없이 모두 국부좌굴이 발생하였다. 그리고, 복부볼트가 있는 경우에는 없는 경우와 비교해서 평균적으로 약 20% 가량 더 큰 국부좌굴강도를 보였다. 이러한 이유는 국부좌굴강도를 결정하는 것이 볼트 사이의 횡방향 자유경간 길이에 따라 결정되기 때문인 것으로 판단된다. 볼트 배열이 2열과 3열인 경우에 국부좌굴강도의 차이는 약 4%정도로 큰 차이를 보이지 않았다. 볼트 사이의 횡방향 자유경간 길이가 같으므로 좌굴강도에서 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다. 또한, 같은 조건인 경우에 시험체 길이가 짧을수록 더 큰 좌굴강도를 보였다. 복부볼트가 있는 3열배치의 경우 길이 3.0m인 시험체의 국부좌굴강도가 길이가 2.0m인 시험체에 비해 약 9% 가량 낮았고, 복부볼트가 없는 경우에는 약 2% 정도 낮았다. 이 실험 결과로 볼 때 실험 장비의 용량이 허락하는 한 실제 시공상태에 가까운 3.0m 시험체로 실험하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

Fig. 5.(d), (e)는 판두께가 7.0mm와 8.0mm인 경우에 대한 실험 결과로 이음부의 압축강도를 평가할 수 있는 볼트 파단이 발생하였다. 판두께가 7.0mm인 경우의 실험 결과인 Fig. 5.(d)에서 볼트가 2열로 배치되면 복부볼트가 있는 경우에는 4,053kN/m에서 강판의 국부좌굴이 발생하고 없는 경우에는 2,854kN/m에서 볼트 파단이 발생하였다. 3열배치인 경우에는 복부볼트의 유무에 상관 없이 모두 볼트 파단이 발생하지 않았다.

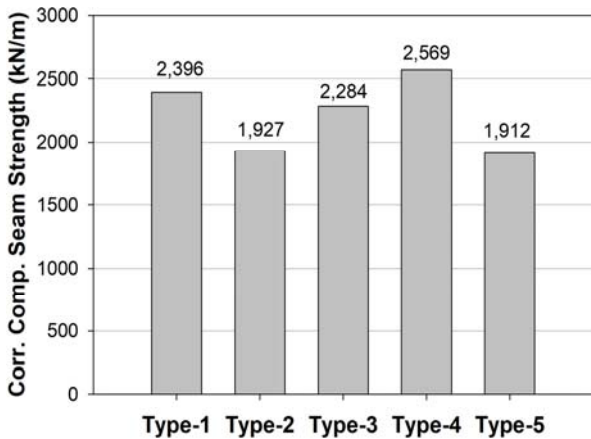
판두께가 8.0mm인 Fig. 5.(e)에서 볼트가 2열로 배치된 경우 복부볼트가 없는 경우 2,915kN/m에서 볼트 파단이 발생했고 복부볼트가 있는 경우에는 가력 한계에 도달하였다. 볼트가 3열로 배치된 경우에도 복부볼트가 없는 경우 2,655kN/m에서 볼트 파단이 발생했으며 복부볼트가 있는 경우에는 가력 한계에 도달하였다. 따라서 복부볼트가 있는 경우의 이음부 압축강도가 더 큰 것을 알 수 있다. 그러나 복부볼트가 있는 경우 가력 한계에 도달하여 볼트가 파단되는 압축강도를 제시할 수 없었다. 그러나 Fig. 5.(e)에서 2.0m 시험체 결과를 보면 복부볼트를 적용하는 경우 약 53% 이상의 압축강도 증가를 가져올 수 있을 것으로 보인다.

참고로 ASTM A796-17a<sup>[13]</sup>에서는 복부볼트가 있고 4열배치인 경우 7.1mm와 8.1mm 강판에서 이음부 압축강도를 3,079kN/m와 3,517kN/m로 제시하였고 3열배치에 대한 강도는 제시되지 않았다. 본 실험에서와 같이 복부볼트를 적용하고 3열 배치를 하는 경우 가력 한계에 도달한 값은 7.0mm는 3,144kN/m, 8.0mm는 3,203kN/m이다. 따라서 이음부 압축강도는 최소한 이 값 이상이므로 이 값들을 7.0mm, 8.0mm 강판의 압축강도로 사용할 수 있을 것이다. 본 실험의 가력 한계 이상의 압축강도를 확인하기 위

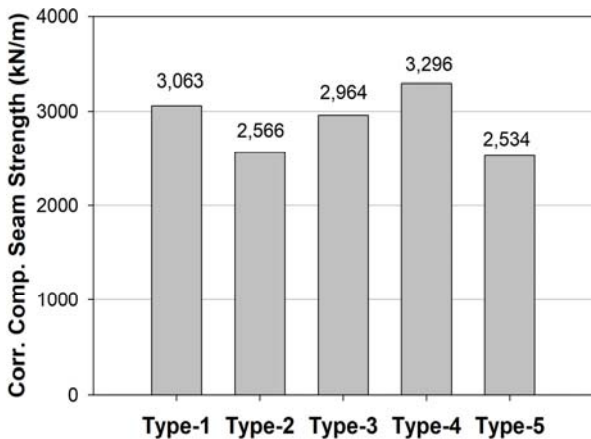
해서는 용량이 더 큰 시험기를 이용하여 추가 실험을 통해 검증할 필요가 있다.



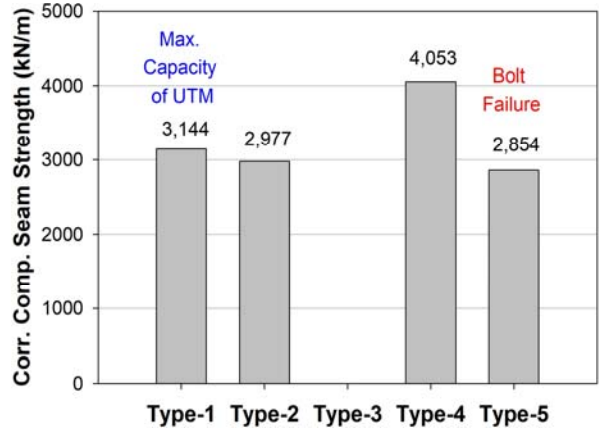
(a) Plate thickness of 4.0mm



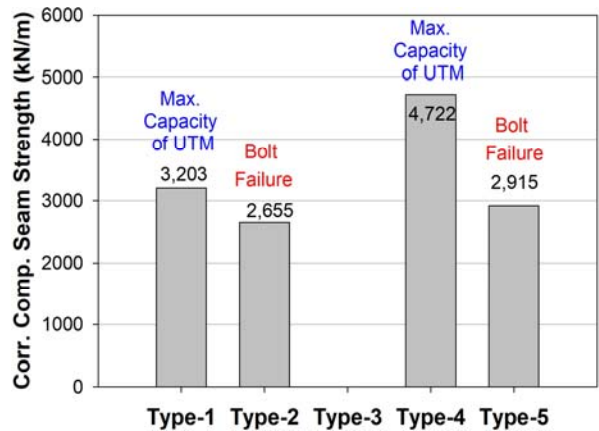
(b) Plate thickness of 5.0mm



(c) Plate thickness of 6.0mm



(d) Plate thickness of 7.0mm



(e) Plate thickness of 8.0mm

Fig. 5. Comparing corrected compressive strength of each specimen type

## 5. 결론

1) 강판두께가 두꺼워지는 경우에는 복부볼트를 체결하지 않으면 지지하는 하중의 크기에 비하여 볼트의 개수가 부족하여 볼트 파단이 발생한다. 이러한 경우에는 볼트의 수를 증가시키거나 단면적이 더 큰 볼트를 사용하여 압축강도를 증가시킬 수 있다.

2) 강판의 두께가 얇은 강판인 4.0mm에서 6.0mm 사이인 이음부 실험에서는 볼트를 2열로 배치한 경우와 3열로 배치한 경우 모두 국부좌굴이 발생하였고 국부좌굴강도는 거의 같다. 이러한 실험으로 볼 때 얇은 판 이음부의 국부좌굴강도는 볼트의 배열의 영향이 거의 없는 것으로 판단된다.

3) 두께가 얇은 강판에서는 3열 배치의 경우 복부볼트 유무에



상관 없이 국부좌굴이 발생하였고 복부볼트가 있는 경우의 국부 좌굴강도가 없는 경우에 비해 10% 이상 높은 값을 보인다. 두께가 두꺼운 7.0mm와 8.0mm 강판에서는 복부볼트가 없는 경우에는 볼트 파단이 발생하고, 복부볼트가 있는 경우에는 가력 한계에 도달하였다. 이러한 실험결과를 고려하면 슈퍼대골형 파형강판은 두께에 상관없이 복부볼트를 사용하는 것이 효과적인 것으로 판단 된다.

4) 7.0mm와 8.0mm 강판의 이음부에 복부볼트를 사용하고 3열 배치한 실험에서는 3,104kN/m와 3,203kN/m 크기의 하중에 서 가력 한계에 도달하였다. 용량이 큰 압축시험기를 사용하여 볼트 파단이 발생할 때의 하중을 구하기 전에는 이러한 가력 한계값을 설계압축강도로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구에서의 실험은 청암건설과 포스코 철강솔루션 마케팅 팀의 지원으로 이루어졌으며 두 기관에 대해 감사드립니다.

## 참고문헌(References)

- [1] 김기남(2000) 아치형 장스팬 파형강판 구조의 거동분석과 단면력 해석에 관한 연구, 한양대학교 대학원 석사학위논문.  
Kim, G.N.(2000) *A study on the behavior and force analysis of long-span corrugated steel plate arch structures*, MS Thesis, Hanyang University, Korea (in Korean).
- [2] 이필구, 윤태양, 박찬희, 이우중, 도상기(2002) 장스팬 파형 강판 구조물 실용화 연구, 포항산업과학연구원 토목구조 연구팀 보고서.  
Lee, P.G., Yoon, T.Y., Park, C.H., Lee, W.J. and Doh, S.K.(2002) *Practical study of long span corrugated plate structures*, RIST Civil Structure Research Team Report (in Korean).
- [3] 황원섭, 강승표, 위영민(2004) 파형강판 이음부 강도 및 응력 분포특성에 관한 연구, 한국강구조학회 논문집, 제16권, 제3호, pp.365-375.  
Hwang, W.S., Kang, S.P., and Wi, Y.M.(2004) *Journal of Korean Society of Steel Construction*, Vol.16, No.3, pp.365-375 (in Korean).
- [4] 최동호, 박상일, 윤희두(2004) 콘크리트 충전 파형강판 구조물에 대한 현행 설계법 평가, 대한토목학회 논문집, 제24권, 제2A호, pp.321-333.  
Choi, D.H., Park, S.I., and Yoon, H.D.(2004) *Evaluation of Present Design Method for Encased-Concrete Corrugated Steel Plate Structures*, *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*, Vol.24, No.2A, pp.321-333 (in Korean).
- [5] 최문성(2005) 파형강판 구조물의 이음부 압축강도와 휨 강도에 대한 평가, 한양대학교 대학원 석사학위논문.  
Choi, M.S.(2005) *Evaluation of compressive seam strength and flexural strength of corrugated structural plates*, MS Thesis, Hanyang University, Korea (in Korean).
- [6] 최용주, 이종원, 신철호, 이학은(2006) 제형파형강판의 지압 거동에 영향을 미치는 기하학적 인자에 관한 연구, 한국 강구조학회 논문집, 제18권, 제1호, pp.81-91.  
Choi, Y.J., Yi, J.W., Shin, C.H., and Lee, H.E.(2006) *A Study on the Geometric Parameters that Influence the Trapezoidally Corrugated Webs Under Partial Edge Loading*, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, Vol.18, No.1, pp.81-91 (in Korean).
- [7] 길홍배, 이승록, 이학은, 이필구(2003) 제형파형강판의 전단 거동에 영향을 미치는 기하학적 요소에 대한 연구, 한국 강구조학회 논문집, 제15권, 제5호, pp.591-601  
Gil, H.B., Lee, S.L., Lee, H.E., and Lee, P.G.(2003) *Journal of Korean Society of Steel Construction*, Vol.15, No.5, pp.591-601 (in Korean).
- [8] 황민오, 나승민, 윤태양(1998) 파형강판 구조물, 한국강구조 학회지, 제10권, 2호, 한국강구조학회, pp.128-134.  
Hwang, M.O., Na, S.M., and Yoon, T.Y.(1998) *Corrugated plate structures*, *Magazine of Korean Society of Steel Construction*, Vol.10, No.2, pp.128-134 (in Korean).
- [9] 장중민(2014) SS490 대골형 파형강판의 보강형태에 따른 휨성능 평가 실험연구, 명지대학교 대학원 석사학위논문.  
Jang, J.M.(2014) *A study on flexural strength for deep corrugated steel plate of reinforcement type*, MS Thesis, Myungji University, Korea (in Korean).
- [10] 이경모(2004) 대골형 파형강판 휨강도에 대한 연구, 서울 산업대학교 산업대학원 석사학위논문.  
Lee, G.M.(2004) *A study on flexural strength for deep corrugated steel plate*, MS Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Korea (in Korean).

- [11] 오홍섭, 이주원, 전병진(2011) 볼트이음된 대골형 파형강판의 구조거동에 대한 실험적 평가, 한국구조물진단유지관리 공학회지, 제15권, 제3호, pp.79-87.  
Oh, H.S., Lee, J.W. and Jun, B.G.(2011) An experimental assessment on the structural behavior of bolt connected deep corrugated steel plate, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance Inspection*, Vol.15, No.3, pp.79-87 (in Korean).
- [12] 윤태양, 이종구(2004) 대골형 파형강판 BOX CULVERT 성능실험 및 해석, 포항산업과학연구원 토목구조연구팀 보고서.  
Yoon, T.Y. and Lee, J.G.(2004) *Performance experiment and analysis for deep corrugated plate box culvert*, RIST Civil Structure Research Team Report (in Korean).
- [13] ASTM(2017) *Standard Practice for Structural Design of Corrugated Steel Pipe, Pipe-Arches, and Arches for Storm and Sanitary Sewers and Other Buried Applications*, A796/A796M-17A.

---

**요 약:** 파형강판의 구조성능을 향상시키기 위해 골의 크기를 점점 증가시키고 있다. 최근에는 골의 형태가 500mm×240mm인 슈퍼대골형 파형강판(Extra-Deep Corrugated Steel Plate, EXDEC)이 개발되어 사용되고 있다. 이러한 파형강판들은 볼트로 연결됨으로 볼트 이음부의 압축강도가 중요한 설계변수가 된다. 이음부 강도는 실험을 통해서 정해지는 값으로서 본 논문에서는 슈퍼대골형 파형강판의 이음부 강도를 파악하기 위해 판두께와 이음부 볼트 배열을 변화시키면서 압축 시험을 수행하였다. 실험 결과 두께가 6.0mm 이하인 강판에서는 국부좌굴이 발생하였고, 두께가 7.0mm 이상인 강판에서는 볼트 파단이 발생되었다. 복부볼트를 적용하는 경우 이음부 압축강도가 증가하는 것을 확인하였다.

**핵심용어:** 슈퍼대골형 파형강판, 압축이음강도, 실험 연구, 볼트 이음부, 볼트 파단, 국부좌굴

---