



## 폴리카보네이트로 만들어진 돈사 구조물의 타당성 연구

손병직<sup>1</sup> · 오이 리마이<sup>2</sup>

건양대학교 건설환경공학과 부교수<sup>1</sup>, 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정<sup>2</sup>

## Study on Validity of Pigpen made of Polycarbonate

Son, Byung Jik<sup>1</sup> · Uy Lyimei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Associate Professor, Konyang University, Department of Civil & Environmental Engineering, Corresponding Author

<sup>2</sup>PhD. Candidate, Department of Civil, Environmental & Architectural Engineering, Korea University, Seoul, Korea

### ABSTRACT

**Abstract:** This study analyzes performance-weight ratio of polycarbonate(PC) pigpen and steel pigpen. The finite element models using the ANSYS program described in this paper is attractive not only because it shows excellent accuracy in analysis but also it shows the benefit of parameter study by using APDL. We have performed a parameter study by the width variation of PC pigpen. And we compared and analyzed the results of PC pigpen and steel pigpen. From the numerical examples, we confirmed the validity of PC pigpen.

**Key Words:** pigpen, polycarbonate, ANSYS, finite element

### 1. 서 론

현재 돈사(돼지우리) 구조물의 재료로 콘크리트와 강재가 쓰이고 있다. 기존 콘크리트 및 강재 돈사는 많은 장점이 있지만, 내구성 및 유지관리가 다소 어려운 단점이 있다. 이에 강도는 물론 내구성이 우수한 폴리카보네이트 재료를 돈사용으로 사용하기 위해 구조안정성 검토를 수행하고자 한다. 폴리카보네이트(PolyCarbonate, PC)는 열가소성 플라스틱의 일종으로 내충격성, 내열성, 내후성, 자기 소화성, 투명성 등의 특징이 있고, 강화 유리의 약 150배 이상의 충격도를 지니고 있어 유연성 및 가공성이 우수한 재료이다. 또한, 사출성형이 쉽고, 표면이 부드러워 강재나 콘크리트에 비해 돼지의 피부 보호에도 좋은 재료이다. 본 연구에서 사용된 PC는 강도 증

진을 위해 카본이 10%정도 섞인 재료이다.

본 연구는 반 영구성 재료인 PC를 사용한 돈사 구조물의 타당성 검토를 구조해석을 통해 하고자 한다. 기존 강재와 비교하여, 안전성 및 무게 대비 성능을 비교, 분석하였다.

### 2. 돈사 구조물

#### 2.1 개요

강재 돈사 구조물은 Fig. 1과 같이 현재 사용되고 있는 형상이며, PC 돈사 구조물은 강재 돈사 구조물을 토대로 Fig. 2와 같이 구성하였다. 돈사 구조물은 돼지 한 마리가 들어가는 형태이다. Fig. 2의 PC 돈사 구조물에서 빨간색 봉 8개는 강재를 사용

**주요어:** 돈사, 폴리카보네이트, ANSYS, 유한요소

**Corresponding author:** Son, Byung Jik, Associate Professor, Department of Civil & Environmental Engineering, Konyang University  
 Tel: +82-43-730-5634, E-mail: [strustar@konyang.ac.kr](mailto:strustar@konyang.ac.kr)

투고일: 2014년 9월 1일 / 수정일: 2014년 9월 11일 / 게재확정일: 2014년 9월 15일

하였다.

본 연구에서 사용된 재료의 물성치는 Table 1과 같으며, PC는 강도 증진을 위해 카본을 10% 혼합한 재료를 사용하였다.

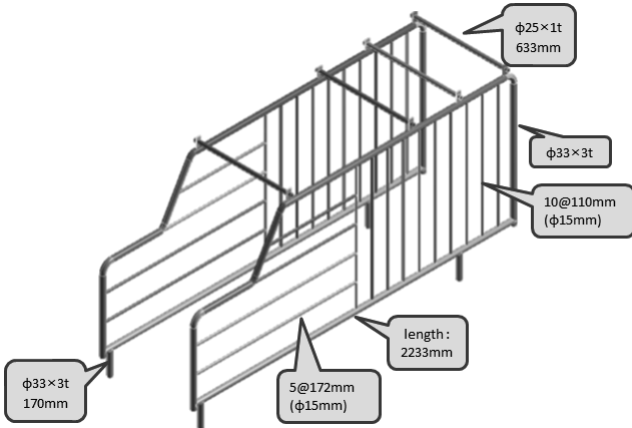


Fig. 1 Steel Pigpen

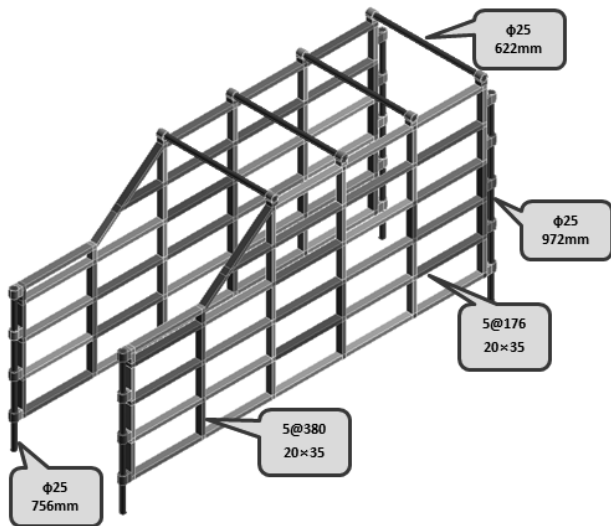


Fig. 2 PC Pigpen

Table 1. Mechanical properties of PC and steel

	$E$ (GPa)	$\nu$	$f_y$ (MPa)	specific gravity
PC	7.1	0.25	190	1.21
Steel	200	0.3	400	7.85

## 2.2 유한요소 모델링

강재 및 PC 돈사 구조물의 경계조건 및 하중조건은 각각 Fig. 3, 4와 같다. 하부 기둥 밑면 4곳을 완전 고정시켰으며, 하중은 돼지가 미는 힘  $300kgf = 3,000N$ 로 그림과 같이 재하하였다.

해석 프로그램은 구조해석에 탁월한 ANSYS 15.0

을 사용하였다. ANSYS 프로그램의 APDL을 사용하여 igs 기하모형을 구성하였으며, Workbench에서 기하모형을 불러들여 해석을 수행하였다<sup>1, 2)</sup>.

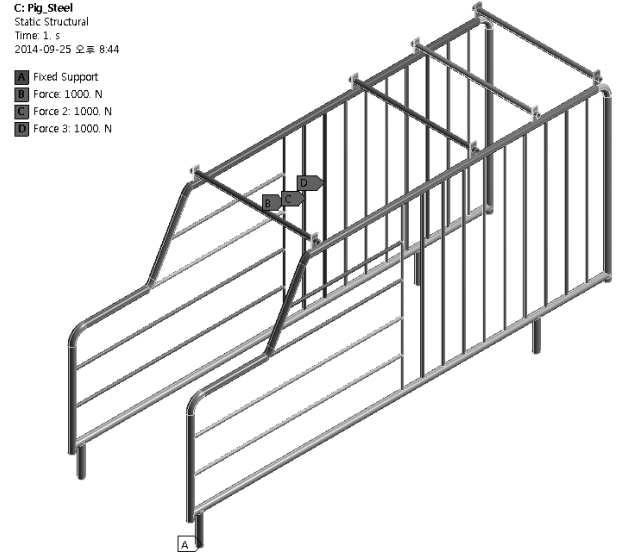


Fig. 3 Boundary Condition and Load Condition of Steel Pigpen

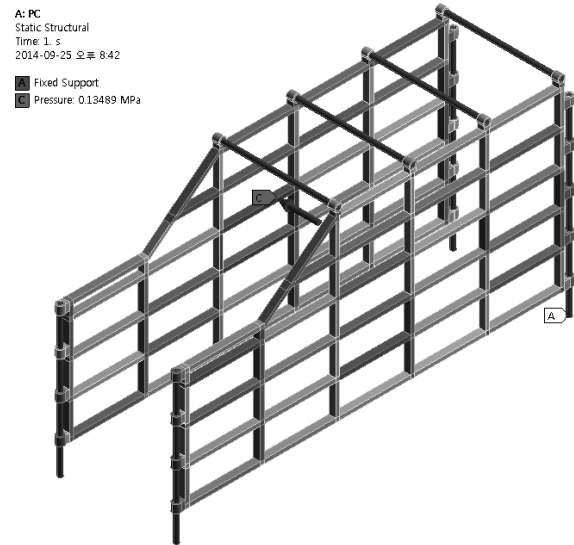


Fig. 4 Boundary Condition and Load Condition of PC Pigpen

## 3. 해석결과 및 분석

### 3.1 개요

강재 돈사 구조물을 기준으로 PC 돈사 구조물의 타당성을 검토하기 위해서 Fig. 2에서 20×35의 직사각형 형상을 변화시키면서 해석을 수행하였다. 즉,

형상 20×35에서 20mm는 고정시키고, 35mm를 30~40mm (1mm 간격)로 변화시키면서 해석을 수행하였다. 연결부는 완전 부착된 결로 가정하였다.

### 3.2 파라미터 해석

Table 2는 돈사 구조물의 파라미터 해석 결과이다. 파라미터는 Fig. 2의 직사각형 형태에서 돼지 하중방향의 폭의 변화이다. 30~40mm로 1mm간격으로 설정하여 해석을 수행하였다.

표에서 보면 PC 돈사의 안전율은 PC 재료의 경우 3.33~4.47로 매우 높게 나타났으나 강재 재료의 경우는 1.06~1.2로 강재 돈사의 경우(1.34)보다 다소 낮게 나타났다. 이러한 경우는 Fig. 2에서 지지하는 강봉의 단면을 10%정도 크게 하면 충분히 강재 돈사와 같은 안전율을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, PC 돈사의 경우 강재 돈사 대비 무게가 0.71~0.83으로 가볍고, 반영구재료인 PC의 장점 등을 고려하면 PC 돈사는 충분한 경쟁력을 가진다고 판단할 수 있다.

Fig. 5는 PC 돈사의 변위와 응력 결과를 나타낸 것이고, Fig. 6은 강재 돈사의 변위와 응력 결과를 나타낸 것이다. Fig. 5는 단면 형상이 20×35mm인 경우이다.

추후 연구로 강재 돈사와 PC 돈사의 가성비(가격 대비 성능비)를 비교, 검토하여 PC 돈사의 타당성을 확실하게 분석하고자 한다.

## 4. 결론

본 논문에서는 PC 돈사 구조물의 타당성을 분석하기 위해서 구조물의 폭 변화에 의한 해석을 수행하였다. PC 돈사의 경우 지지하는 강봉의 단면을 10%정도 크게 하면 충분히 강재 돈사와 같은 안전율을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, PC 돈사의 경우 강재 돈사 대비 무게가 0.71~0.83으로 가볍고, 반영구재료인 PC의 장점 등을 고려하면 PC 돈사는 충분한 경쟁력을 가진다고 판단할 수 있다.

## References

ANSYS version 15.0(2013), "Structural Analysis Guide"  
 Park, J. M., Lee, S. Y., Ji H. Y., and Son, B. J.(2014), "Optimal Fiber-Angle of Wind Turbine Tower made of Composites under Wind Loads", *J. Korean Soc. Adv. Comp. Struc.* Vol. 5, No. 1, pp. 9-15.

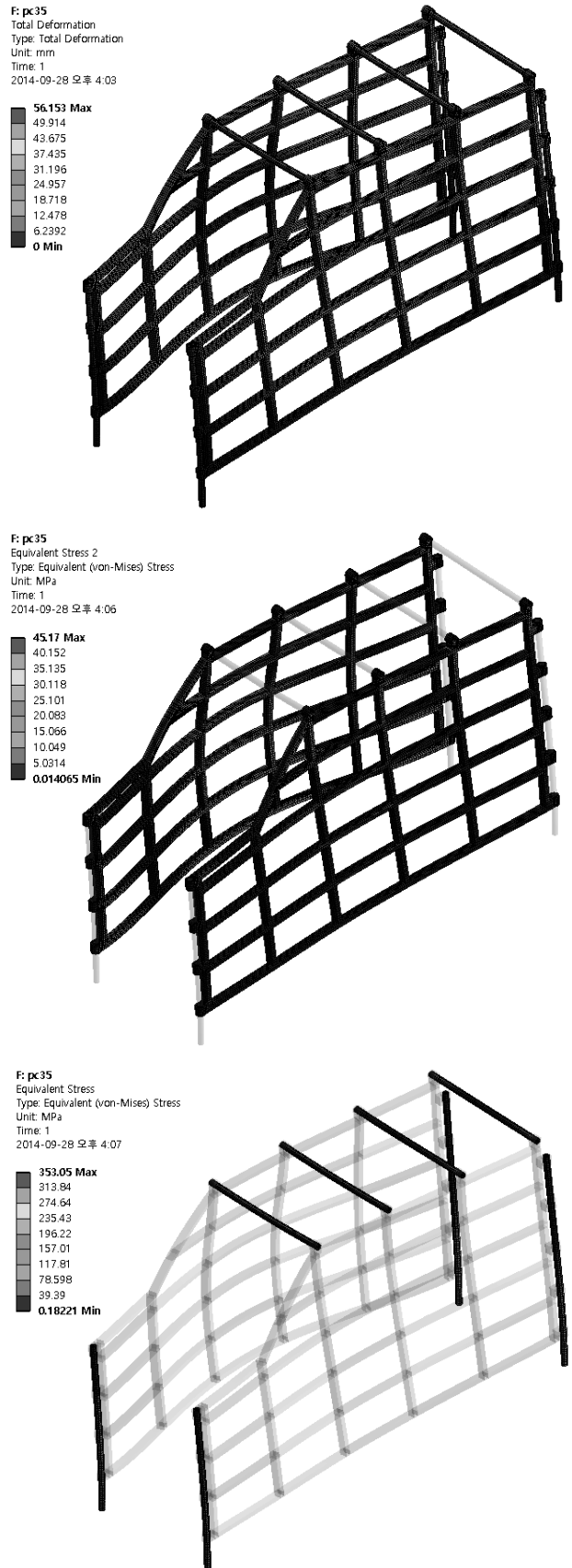


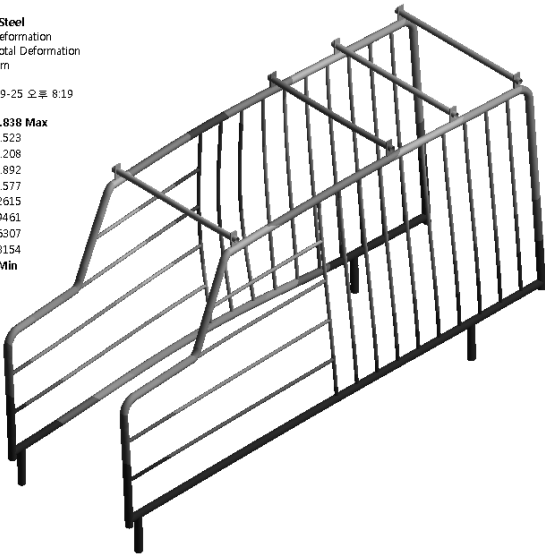
Fig. 5 Total Displacement and Von-Mises Stress of PC Pigpen

Table 2. Analysis Results

돈사	재료	두께 (mm)	최대변위 (mm)	최대응력 (MPa)	안전률	부피 (m <sup>3</sup> )	무게 (kgf)	총무게 (kgf)	무게 비율
PC 돈사	PC	30	75.9	57.1	3.33	0.01929	23.3	46.3	0.71
	Steel			376.7	1.06	0.00292	22.9		
	PC	31	71.1	51.8	3.67	0.01993	24.1	47.0	0.72
	Steel			369.4	1.08	0.00292	22.9		
	PC	32	66.7	48.4	3.93	0.02057	24.9	47.8	0.73
	Steel			367.6	1.09	0.00292	22.9		
	PC	33	62.8	48.0	3.96	0.02121	25.7	48.6	0.75
	Steel			360.4	1.11	0.00292	22.9		
	PC	34	59.3	47.8	3.97	0.02185	26.4	49.4	0.76
	Steel			355.4	1.13	0.00292	22.9		
	PC	35	56.2	45.2	4.20	0.02249	27.2	50.1	0.77
	Steel			353.1	1.13	0.00292	22.9		
	PC	36	53.1	44.9	4.23	0.02313	28.0	50.9	0.78
	Steel			345.9	1.16	0.00292	22.9		
	PC	37	50.4	44.7	4.25	0.02377	28.8	51.7	0.79
	Steel			344.9	1.16	0.00292	22.9		
	PC	38	48.0	44.6	4.26	0.02441	29.5	52.5	0.81
	Steel			339.9	1.18	0.00292	22.9		
	PC	39	45.8	42.9	4.43	0.02505	30.3	53.2	0.82
	Steel			337.0	1.19	0.00292	22.9		
PC	40	43.9	42.5	4.47	0.02569	31.1	54.0	0.83	
Steel			334.3	1.20	0.00292	22.9			
강제 돈사	Steel	-	20.8	298.4	1.34	0.00830	65.1	65.1	1.00

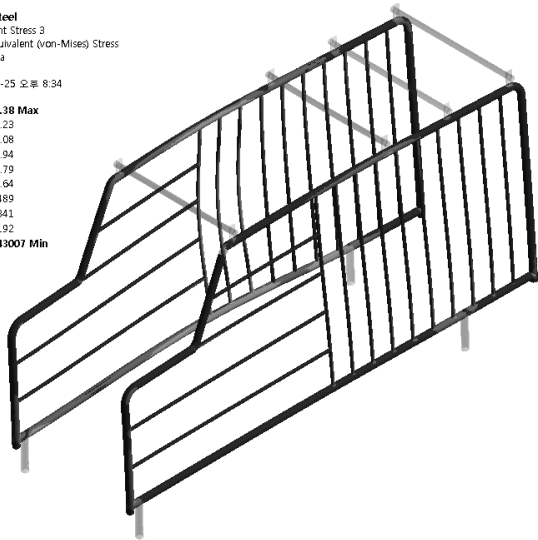
C: Pig\_Steel  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 2014-09-25 오후 8:19

20.838 Max  
 18.523  
 16.208  
 13.892  
 11.577  
 9.2615  
 6.9461  
 4.6307  
 2.3154  
 0 Min



C: Pig\_Steel  
 Equivalent Stress 3  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 2014-09-25 오후 8:34

298.38 Max  
 265.23  
 232.08  
 198.94  
 165.79  
 132.64  
 99.489  
 66.341  
 33.192  
 0.043007 Min



C: Pig\_Steel  
 Equivalent Stress 2  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 2014-09-25 오후 8:35

248.22 Max  
 220.66  
 193.1  
 165.54  
 137.98  
 110.42  
 82.86  
 55.301  
 27.742  
 0.18238 Min

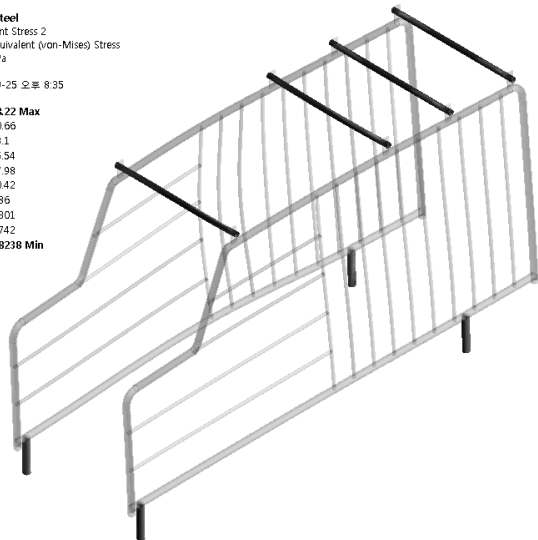


Fig. 6 Total Displacement and Von-Mises Stress of Steel Pigpen