

프리캐스트 콘크리트 더블월 시스템의 각형 강관 연결부 성능평가

서유재¹, 주현진^{2*}

Evaluation of Steel Tube Connection in Precast Concrete Double Wall System

Yujae Seo¹, Hyunjin Ju^{2*}

Abstract: In this study, a double wall system is introduced, which was invented to simplify the complicated manufacturing process of the existing precast concrete (PC) double wall systems and to remove defects such as laitance that may occur during the production of concrete panels. An experimental study was conducted to investigate the tensile resisting capacity of the steel tube which is embedded in the precast concrete panel to keep the spacing between PC panels and to prevent damage of the PC panels during transportation and casting concrete onsite. The experiment was planned to determine the detail of effective steel tube connection considering the steel plate treatment method according to the formation of the opening, the presence of embedded concrete, and the reinforcement welding for additional dowel action as key variables. As a result, the ultimate tensile strength increased by 20-30% compared to the control specimen (ST) except for the steel tube specimen (ST_CP) which has steel plates bent inward at the end part of the steel tube. Since the specimen (ST_CON) filled with concrete inside the control specimen has no additional process and cost for the steel tube connections compared to the control specimen during the production of the developed double wall system, it is determined to be the appropriate detail of steel tube connection.

Keywords: Double wall, Dowel action, Steel tube, Tensile test, Precast concrete

1. 서론

프리캐스트 콘크리트(Precast concrete, 이하 PC)더블월(double wall)공법은 공장에서 두 개의 콘크리트 패널(panel)을 수직 또는 수평으로 간격을 두고 철물로 서로 연결하여 제작한 후에 현장에서 콘크리트를 타설하여 벽체를 구성하는 방식이다(Oh et al., 2020; Lee et al., 2022). 이 공법은 기존 PC 공법이 갖는 짧은 시공 기간, 인력 및 가설재 투입의 최소화 그리고 우수한 품질관리 등의 이점을 확보하는 동시에 접합부에서의 누수 및 단열, 부재 간 일체성 확보의 어려움과 같은 PC 구조물의 취약점을 극복할 수 있다는 장점이 있다(Kim et al., 2020).

기존의 PC 더블월은 제품의 생산방법과 특징에 따라서 Fig. 1과 같이 구분해 볼 수 있다. Table 1은 Fig. 1에 나타난 4가지 PC 더블월의 특징에 대해 정리한 것이다. PTW (Precast concrete Truss Wall)은 내·외부의 패널을 강제 트러스로 연결

하는 공법이며, MDW (Mega Double Wall)은 내·외부 패널 사이에 콘크리트 연결보를 구성하여 일체화된 벽체를 생산하는 공법이다(Ji and Choi, 2019). 3SW (Stable, Strong and Sustainable Wall)은 두 패널 사이에 수직 및 수평 철근이 배근된 더블월로서 수직 철근을 이용하여 내부와 외부의 패널 사이를 연결하고 벽체 간 접합부에 절곡된 형태의 수평 철근(S-bar)을 노출시켜 PC 부재와 현장 타설 콘크리트 간의 향상된 일체성을 확보할 수 있는 공법이다(Park, 2021). I-Wall은

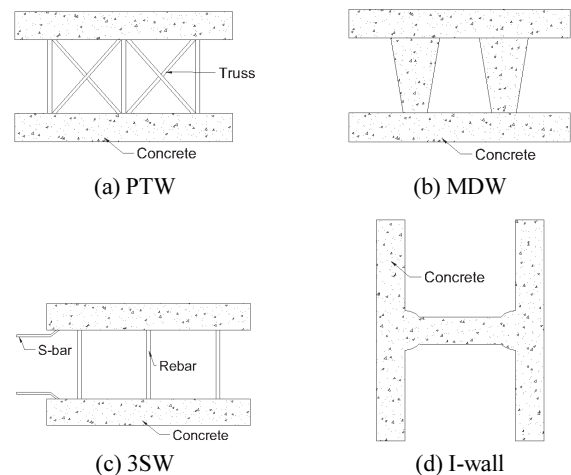


Fig. 1 Description of precast concrete double wall types

¹정회원, 한경국립대학교 건축학부 건축공학전공 석사과정

²정회원, 한경국립대학교 디자인건축융합학부 조교수

*Corresponding author: hju@hknu.ac.kr

School of Architecture and Design Convergence, Hankyong National University, Anseong, 17579, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2023년 5월 31일까지 학회로 보내주시면 2023년 6월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Table 1 Type of PC double walls

	PTW	MDW	3SW	I-wall
Components	(Slab + Truss) + Slab	(Slab + Con) + Slab	(Slab + Rebar) + Slab	Wall + Concrete + Wall
Mold complexity	Simple	Complicated	Simple	Complicated
Number of concrete casting procedure	2 (top slab + bottom slab)	2 (top slab + bottom slab)	2 (top slab + bottom slab)	1
Laitance	○	○	○	×
Integrity	Bond (Angle steel + stud)	Connecting rebar	Bond (Dowel)	Connecting rebar
Drawback	Cracking, Low productivity	Cracking	Cracking, Low productivity	Difficult demolding

Note: PTW - Precast concrete truss wall, MDW - Mega double wall, 3SW - Stable, strong and sustainable wall

앞선 PC 벽체 시스템들과 다르게, PC 벽체 패널을 수직 방향으로 타설하며 이때 연결부재를 동시에 구성하여 두 패널 간의 일체성을 확보할 수 있다는 장점이 있는 공법이다.

이 연구에서 개발된 PC 더블월(Fig. 2)은 앞서 언급된 PC 더블월 시스템의 제작 공정의 복잡함을 간소화하면서 콘크리트 부재 형성 시 발생할 수 있는 레이턴스(laitance) 등의 결함을 제거하고자 고안된 공법이다. 또한, 벽체를 세워서 생산하므로 수직 패널 내부면에 레이턴스가 발생하지 않고 규격화된 몰드에 타설이 한 번만 이뤄지기 때문에, 콘크리트 타설을 위해 PC 부재의 반전이 필요한 기존 수평타설형 PC 더블월에 비해 생산성을 높이면서 결함을 최소화할 수 있다. PC 더블월은 공장 제작 후 현장으로 운반되어 두 개의 PC 패널 사이에 현장타설 콘크리트가 형성되는 시스템이다. 따라서, 운반 중에 발생할 수 있는 예기치 못한 하중 또는 현장 콘크리트 타설 시 발생하는 측압에 의해 PC 패널이 손상되지 않고 간격을 잘

유지할 수 있도록 연결 부재 혹은 연결철물과 PC 패널 간의 일체성을 확보하는 것이 중요하다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 PC 패널 사이를 각형 강관으로 연결하여 일체성을 확보할 수 있도록 개발되었으며, 패널 내부에 배근된 수평 철근이 연결철물 역할을 하는 각형 강관의 단부를 관통하기 때문에 장부

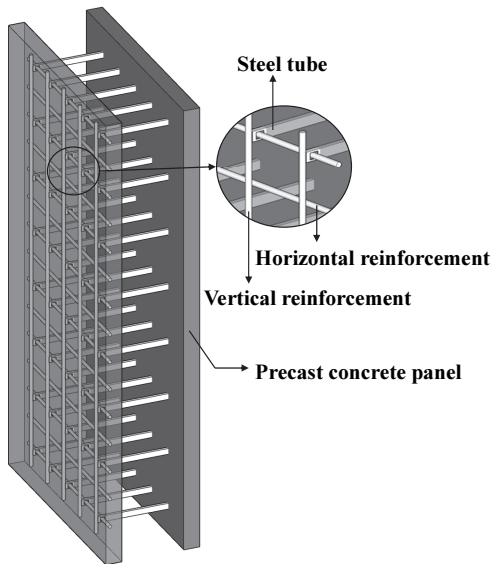


Fig. 2 Description of the developed double wall

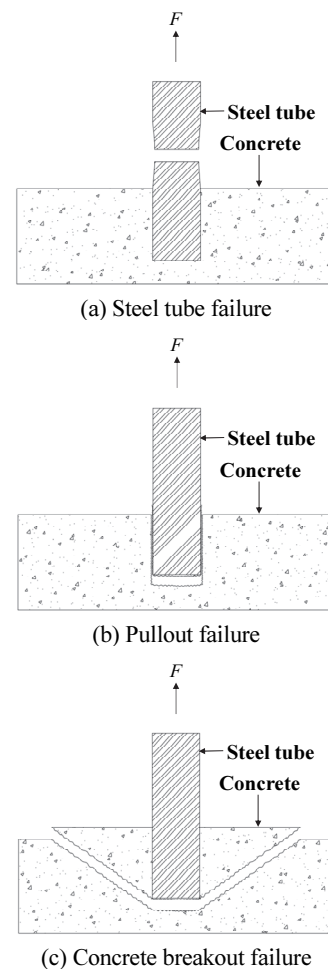


Fig. 3 Failure modes between panel and steel tube

작용(dowel action)에 의한 일체성을 기대할 수 있다. 다만, PC 패널과 연결철물 간의 연결부 상세와 문힘 길이에 따른 부착 성능 및 일체성에 관해서 규명되어야 하며, 이 연구에서는 총 14개의 요소 실험체를 제작하여 이에 대한 실험적 연구를 수행하였다. Fig. 3은 PC 패널에 매입된 각형 강관이 인장력에 저항할 때의 잠재적 파괴모드(failure mode)를 구분하여 나타낸 것이다. KDS 건설기준 코드의 콘크리트 구조설계기준에서 제공하는 콘크리트용 앵커 설계(KDS 14 20 54, 2021)와 같이 콘크리트에 매입된 강재가 인장력에 저항할 때의 잠재적 파괴모드는 강재의 인장파괴, 뿔힘 파괴 그리고 콘크리트 브레이크아웃(breakout) 파괴로 구분할 수 있다. 여기서는 각형 강관의 문힘 길이와 각형 강관의 가장자리에서 단부까지의 거리가 충분하다고 판단하여 콘크리트 측면 파열 파괴는 제외하였다.

이 연구에서는 패널과 각형 강관 사이의 부착력에 대한 성능 확인에 앞서 각형 강관을 관통하는 수평 철근의 장부작용에 따른 각형 강관 연결부의 인장 저항 성능을 규명하고자 하였다. 각형 강관의 단부 상세를 변수로 인장실험을 계획하였으며, 이때, 개구부 형성에 따른 강관의 처리방법, 매립 콘크리트의 존치 유무, 추가적인 장부작용 확보를 위한 철근용접 등을 변수로 설정하여 효과적인 강관 단부 상세를 도출하고자 하였다.

2. 실험계획

2.1 실험체 상세

이 연구에서 개발된 PC 패널의 연결철물로서 수평철근이 관통하는 각형 강관의 인장저항 성능을 규명하고자 Fig. 4에

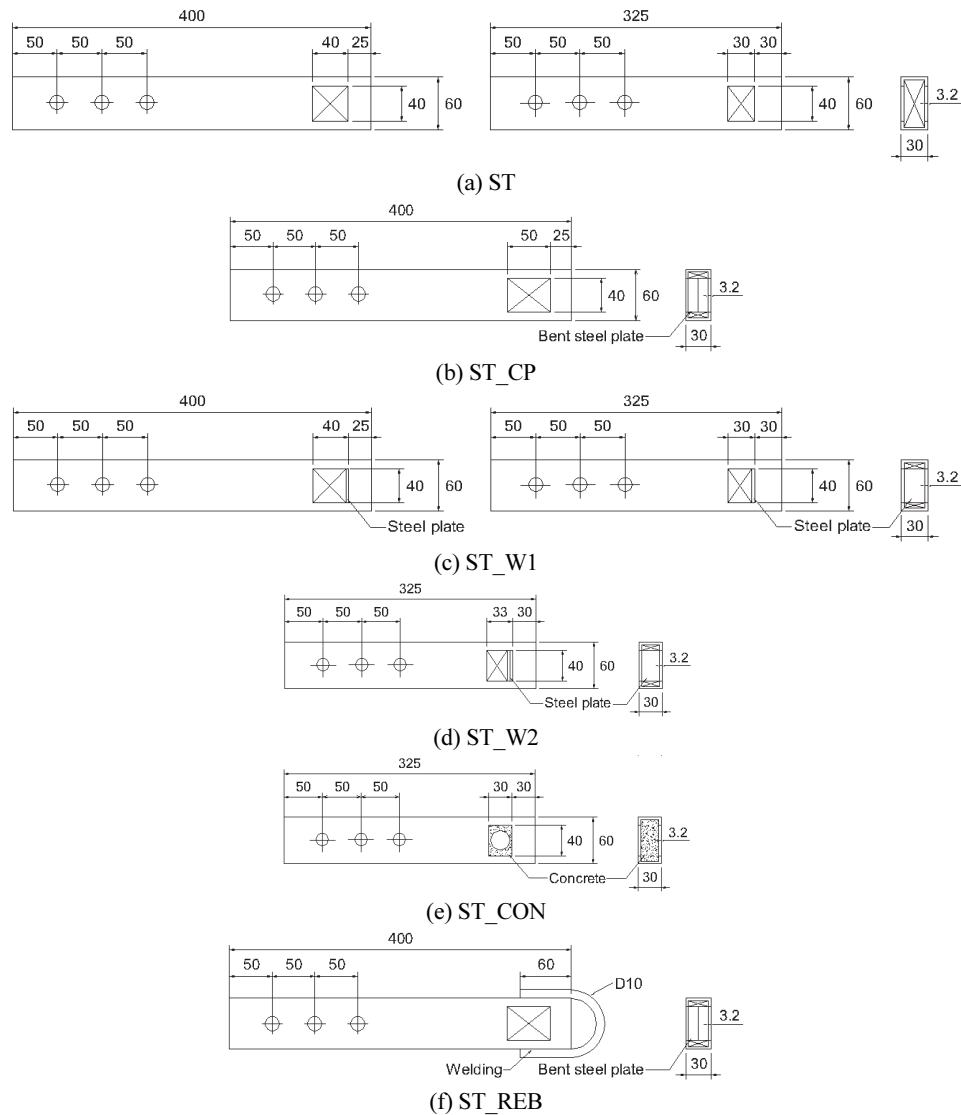


Fig. 4 Specimens details

Table 2 Type of specimens

Specimens	Variables			
	Opening characteristic	Length (mm)		
ST	Basic	325	400	
ST_CP	Curved plate	-	400	
ST_W1	One plate welding	325	400	
ST_W2	Two plates welding	325	-	
ST_CON	Embedded concrete	325	-	
ST_REB	Rebar welding	-	400	

나타낸 것과 같이 8개의 인장실험체 상세를 계획하였으며, 동일한 상세를 갖는 실험체들을 포함하여 총 14개의 실험체를 제작하였다. 모든 실험체들의 강종은 일반 구조용 각형 강관 표준(KS D 3568, 2018)에 따라 결정하였으며, 표준 항복강도와 인장강도가 각각 275 MPa와 410 MPa 이상의 값을 가지는 SRT275를 사용하였다. Fig. 4에 나타난 것과 같이 각형 강관의 총 길이는 325 mm, 400 mm 두 가지로 계획하였으며, 강관의 폭과 높이는 각각 30 mm와 60 mm, 그리고 강관의 공칭두께는 3.2 mm이다. PC 패널에 매입되어 있는 각형 강관의 단부와 같이 강관 측면을 절단하여 개구부를 형성하였으며 여기에 고강도 볼트를 체결하여 장부효과를 유발하는 수평방향 철근을 모사하였다. 고강도 볼트의 경우 6각 볼트 표준(KS B 1002, 2021)에 따라서 M16을 사용하였다.

이 실험의 주요 변수는 개구부가 위치하는 각형 강관의 처리방법, 매립 콘크리트의 유무 및 추가적인 철근용접이며, Table 2에 시편들의 주요 특징과 변수를 정리하여 나타내었다. Fig. 4(a)에 나타난 ST는 강관 단부의 측면을 절단하여 제거한 기준실험체이다. Fig. 4(b)~(d)에 나타난 ST_CP, ST_W1, ST-W2는 강관 단부의 측면을 절개한 강관을 강관 단부방향 안쪽으로 절곡한 경우, 절단한 강관을 강관 안쪽에 각각 1개와 2개 용접하여 덧댄 경우로서 강관의 길이방향 개구부에 추가적인 강관 철물을 위치시켜 볼트에 의한 장부작용력을 효과적으로 저항할 수 있도록 고안한 실험체들이다. 또한, Fig. 4(e)의 ST_CON은 PC 패널에 묻히는 강관 단부를 모사하기 위해 강관 단부로부터 90 mm 위치까지 콘크리트를 채운 실험체이며, Fig. 4(f)의 ST_REB은 ST_CP 실험체와 동일한 경우지만 추가적인 장부작용 확보를 위해 구부린 D10의 철근을 강관 외부에 용접한 실험체이다.

2.2 가력 및 측정 상세

Fig. 5에는 이 연구에서 수행한 인장실험 전경을 나타내었다. 제작된 14개의 시편들은 1,200 kN 용량의 만능재료 시험기(Universal Testing Machine, UTM)를 사용하여 2 mm/min의 변위제어 방식으로 가력되었다. Fig. 5에 나타난 바와 같이

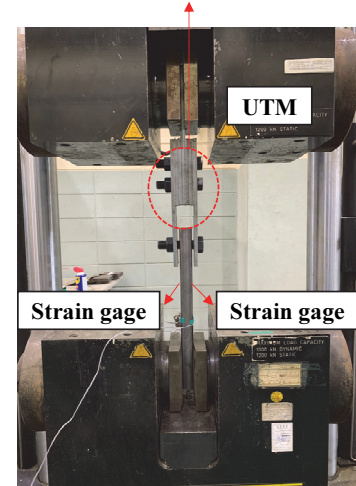
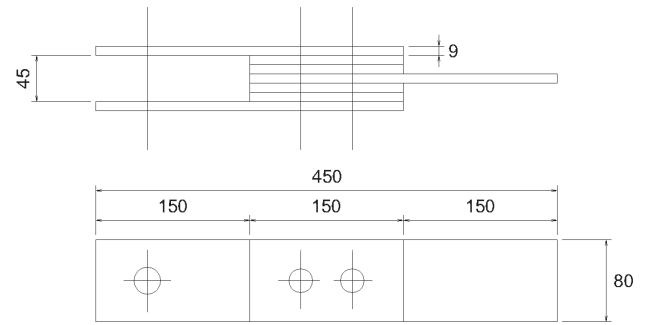


Fig. 5 Test setup

강관 상부에는 9 mm 두께의 강관을 여러 겹 겹쳐서 볼트로 고정하고 강관의 개구부에 고강도 볼트를 넣어서 각형 강관에 인장력을 가할 수 있도록 계획하였으며, 강관 하부에는 길이 방향 중공을 채울 수 있는 강제 직육면체를 삽입한 후 UTM의 지그(jig)에 고정시켜 강관 단부에 국부적인 좌굴이 발생하지 않도록 세팅하였다. 또한, 시편의 수직 방향 변형률을 측정하기 위하여 높이 방향 중앙부에 변형률 게이지를 측면 좌우에 하나씩 설치하였다.

3. 실험결과

Fig. 6는 각 실험체의 하중-변위 곡선을 실험 변수에 따라 나타낸 것이며, Fig. 7은 모든 실험체의 하중-변위 곡선을 비교하여 나타낸 것이다. Fig. 6의 각 그래프의 나타난 곡선들은 각각 동일한 단부 상세를 가진 실험체로서 추가적인 길이 변수를 가진 실험체들은 그래프 내부에 표시하였으며, 실험 결과의 신뢰도를 확보하기 위해 동일한 실험체를 다수 계획하였다. 또한, Table 3는 실험에서 계측된 강관 실험체들의 최대 인장강도와 초기 강성을 나타낸 것이다. 기준실험체 ST의 경우 하중 62.85 kN에서 최대 인장강도를 발휘하였다. ST_CP, ST_W1, ST_W2, ST_CON 및 ST_REB 실험체들은 각각 하중

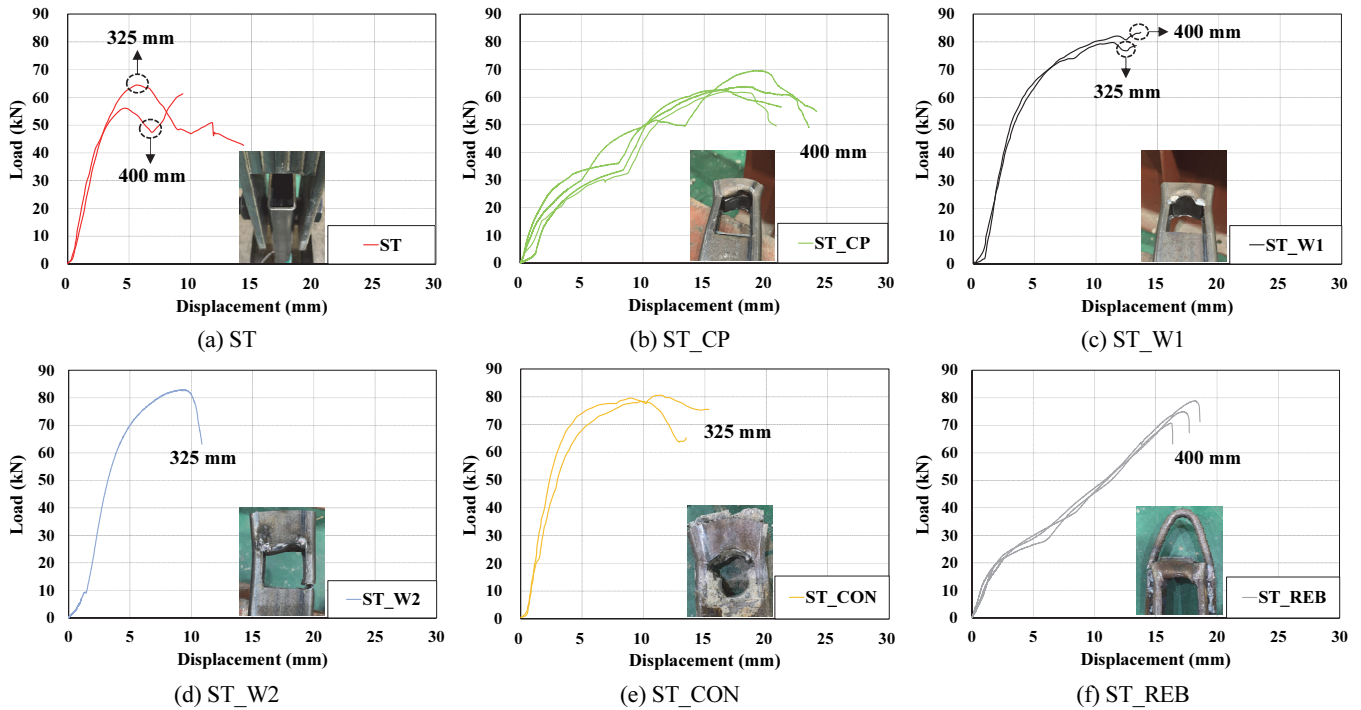


Fig. 6 Load-displacement curve

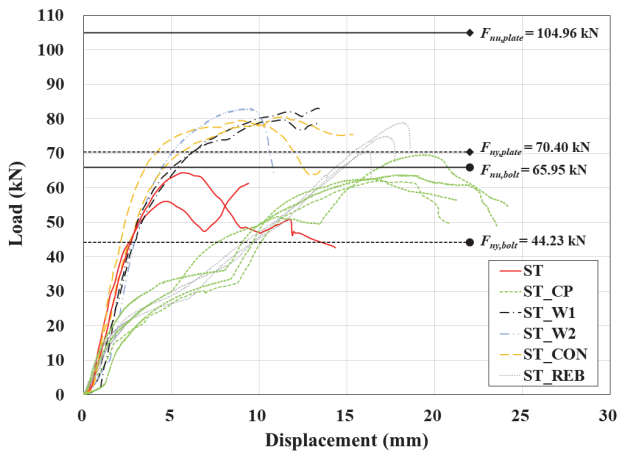


Fig. 7 Total load-displacement curve

61.97 kN, 81.61 kN, 83.05 kN, 79.47 kN 및 74.95 kN에서 최대 인장강도를 나타냈다. 기준실험체 ST 대비 ST_CP, ST_W1, ST_W2, ST_CON 및 ST_REB 실험체들의 최대 인장강도는 대략 3%, 29%, 32%, 26% 및 20% 증가하였다. 강관 측면을 절개하여 절곡한 ST_CP 실험체들은 기준실험체에 비해 최대 인장강도가 거의 증가하지 않았으며, 절단한 강관의 측면 강관을 각각 1겹, 2겹 용접한 ST_W1, ST_W2 실험체들이 가장 우수한 최대 인장강도를 나타내었다. ST_W2의 경우 Fig. 6(d)에 보이는 사진과 같이 강관의 폭 부분에서 끊어지면서 파괴되었으며 ST_REB는 Fig. 6(f)의 사진과 같이 철근을 용접한

두 군데 중 한쪽 부근에서 철근이 끊어지면서 파괴되는 형상을 보였다.

Fig. 7에 나타낸 바와 같이 모든 실험체들은 약 2 mm 범위까지 유사한 초기 강성을 나타내었지만, ST_CP, ST_REB 실험체들에서는 급격한 강성 저하가 발생했다. ST_CP, ST_REB은 강관 단부의 측면을 절개한 강관을 강관 단부방향 안쪽으로 절곡한 실험체들이며, Fig. 6(b), (f)의 실험체 사진들과 같이 절곡으로 인해 강관이 소성변형된 후 볼트에 의해 도입된 인장력에 저항하기 때문에 다른 실험체들에 비해 강성이 상당히 낮은 것으로 판단된다. 문헌(Choi et al., 2003)에 따르면 철근의 절곡부에서 파단이 발생하며, 절곡하지 않은 철근이 비해 절곡철근의 항복강도와 최대 인장강도가 낮게 측정되는 것으로 보고된다.

각 실험체들의 강도를 항복강도와 인장강도를 사용하여 산정한 공칭강도와 비교하여 Fig. 7과 Table 3에 나타내었다. 각 실험체들의 강도는 개구부가 있는 강관의 인장항복, 인장파단, 볼트에 의한 강관의 지압파단 중 작은 값으로 결정된다. 이 연구에서는 고강도 볼트에 의한 지압력이 작용하는 단면적이 가장 작기 때문에 이에 의해 실험체들의 내력이 결정된다. 길이방향 중공부를 절곡 또는 절단한 강관으로 보강한 실험체들의 경우, 고강도 볼트에 의한 지압력 외에 보강된 강관에 의해 저항력이 추가적으로 발생할 것으로 추정할 수 있다. 따라서, 공칭강도 산정 시 고강도 볼트의 반원호를 고려한 지압면적이 적용된 경우와 절단면적 길이를 고려한 경우로 단

면적을 다르게 적용하였다. 이에 따라, 공칭항복강도(F_{ny})와 공칭인장강도(F_{nu})를 각각

$$F_{ny} = A_e F_y \quad (1)$$

$$F_{nu} = A_e F_u \quad (2)$$

와 같이 산정하였다. 이때, A_e 는 유효지압면적으로 고강도 볼트의 경우 $\phi\pi/2 \times 2t_s$ 이며, 강판 보강의 경우 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 보강 강판의 길이 40 mm를 고려하여 $40 \times 2t_s$ 으로 산정하였다. 또한, ϕ 는 고강도 볼트의 직경이며, t_s 는 각형 강판의 두께이다. F_y 와 F_u 는 각각 각형 강판의 항복강도와 인장강도이며, 설계공칭강도 산정을 위해 KS에서 제시하는 SRT275의 최소 항복 및 인장 강도(275 MPa 및 410 MPa)를 사용하였다. 따라서, Fig. 7에는 볼트의 지압력에 의한 항복공칭강도($F_{ny,bolt}$) 및 인장공칭강도($F_{nu,bolt}$), 그리고 보강 강판에 의한 항복공칭강도($F_{ny,plate}$) 및 인장공칭강도($F_{nu,plate}$)로 구분하여 나타내었다. 단, 콘크리트 채움 보강된 ST_CON 시리즈와 철근보강된 ST_REB 시리즈는 위와 같은 방법으로 내력을 평가할 수 없기 때문에 Table 3에 공칭강도를 표기하지 않았다.

모든 실험체는 볼트의 지압력에 의한 항복공칭강도 ($F_{ny,bolt}$) 이상의 강도를 나타내었으며, ST와 ST_CP 실험체들은 볼트

의 지압력에 의한 인장공칭강도($F_{nu,bolt}$) 보다 다소 낮은 강도를 나타냈다. 다른 실험체들은 보강 강판에 의한 항복공칭강도($F_{ny,plate}$) 이상의 강도를 나타내었지만, 강판 보강에 의한 인장공칭강도($F_{nu,plate}$)에는 미치지 못하는 강도를 나타내었다. 따라서, 강판보강은 고강도 볼트에 의한 지압력 외에 공칭 항복강도를 발휘할 만큼 추가적인 저항력을 충분히 제공하는 것으로 판단된다.

이 연구에서는 강판의 단부 상세 외에 강판의 총 길이를 변수로 실험을 수행하였다. ST, ST_W1의 경우 실험체의 길이가 325 mm와 400 mm의 두가지 경우로 제작되었다. ST 실험체들은 길이 변수에 따라 각각 64.36 kN와 61.33 kN의 최대 인장강도를 나타내었으며, ST_W1은 각각 79.74 kN과 83.47 kN의 최대 인장강도를 갖는 것으로 측정되었다. 따라서, 실험체의 길이와 최대 인장강도는 상관관계가 크지 않은 것으로 판단된다. Fig. 8은 모든 실험체 중앙부에 부착된 변형률 게이지에 의해 측정된 변형률과 인장력을 강판의 단면적으로 나누어 산정한 응력 관계를 나타낸 것이다. 모든 실험체에서 변형률 게이지로부터 얻은 변형률은 일반적인 강재의 항복 변형률(0.002~0.0025)에 도달하지 못하였다. 변형률 게이지가 부착된 부분은 부재의 파괴점에서 다소 거리가 있기 때문에 항복 변형률에 도달하지 못한 것으로 판단된다. 또한 Fig. 8의 응력-변형률 곡선에서 초기강성의 경향이 유사한 실험체들을 각각 점선과 실선으로 구분해 나타내었다. 325 mm 시편들의 경우 평균 272,972 MPa 의 초기 강성, 400 mm 시편의 경우 평균 199,836 MPa 의 초기 강성을 갖는 것으로 나타났다. ST_325 시편의 경우 실험 중에 변형률 게이지가 파손되어 Fig. 8과 Table 3에 포함시키지 않았다. 시편의 길이와 관계없이 변형률 게이지를 시편 길이의 중앙에 부착하였는데, 응력과 변형이 개구부 주변 파단부에 집중되었기 때문에 시편 중앙부에서 측정된 변형률에 차이가 발생한 것으로 판단된다. 즉, 개구부가 있는 연결부 상세가 각형강판의 인장성능에 결정적이라는 것을 알 수 있다.

Table 3 Test results

No.	Specimens	Test results		Nominal strength	
		Tensile strength (kN)	Initial Stiffness (MPa)	Yield strength (kN)	Tensile strength (kN)
1	ST_325	64.36	-		
2	ST_400	61.33	200,315	44.23	65.95
3	ST_CP_400_1	61.97	204,740		
4	ST_CP_400_2	62.70	199,842	70.40	104.96
5	ST_CP_400_3	69.68	194,406		
6	ST_CP_400_4	63.90	200,251		
7	ST_W1_325	79.74	284,174	70.40	104.96
8	ST_W1_400	83.47	196,953		
9	ST_W2_325	83.05	282,960	70.40	104.96
10	ST_CON_325_1	78.39	259,016		
11	ST_CON_325_2	80.54	265,737		
12	ST_REB_400_1	78.99	203,976		
13	ST_REB_400_2	75.06	197,560		
14	ST_REB_400_3	70.80	200,475		

Note: ST_Variable_X, X = Specimen length

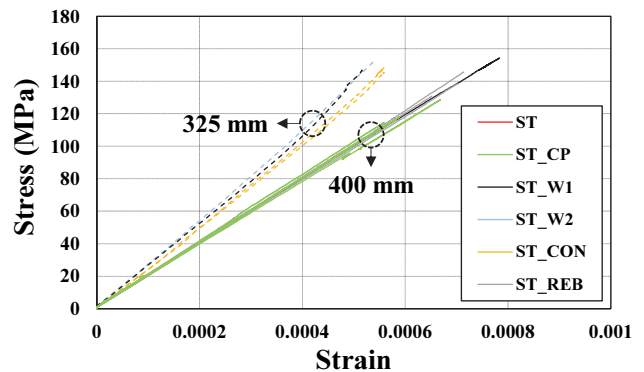


Fig. 8 Stress-strain curve

ST_CP 실험체를 제외하고 모든 실험체가 기준실험체 ST 대비 20% 이상의 강도 증진효과를 보였다. ST_W1, ST_W2, ST_REB을 연결철물 상세로 적용한다면 PC 패널을 제작하기 전에 각형 강관에 강관 또는 철근을 용접하고 PC 패널에 연결하는 추가적인 시공과정과 비용이 소요된다. 그러나 ST_CON은 기준실험체 ST에 강관내부를 콘크리트로 채운 경우로서 PC 더블월 제작 공정을 고려하면 추가적인 시공과정과 비용이 없으며, PC 패널 형성 시 강관을 매입하는 과정에서 구현이 가능한 강관 단부 상세이다. 따라서 강도와 시공절차를 고려하였을 때 ST_CON가 PC 더블월 시스템의 가장 적합한 강관 단부 상세인 것으로 판단된다.

4. 결론

이 연구에서는 개발된 PC 더블월을 소개하고 수평철근의 장부작용에 따른 각형 강관 연결부의 인장저항 성능을 규명하기 위한 실험을 수행하였으며, 실험 결과와 시공성을 고려하여 개발된 PC 더블월 시스템에 적합한 각형 강관의 단부 상세를 결정하였다. 이 연구를 통해 도출한 결론은 다음과 같다.

1. 강관 및 철근 용접, 콘크리트 채움으로 보강된 각형 강관 실험체들은 강관의 중공부를 전혀 보강하지 않은 기준실험체(ST)에 비하여 20~32% 가량 증가한 최대 인장강도를 나타내었다. 그러나 강관 단부의 측면을 절개한 강관을 강관 단부방향 안쪽으로 절곡한 강관 실험체(ST_CP)는 기준실험체 (ST)에 비하여 최대 인장강도가 증가하지 않았으며, 이는 ST_CP의 경우 절곡으로 인해 소성변형이 발생한 강관이 인장력에 저항하기 때문에 최대 인장강도 증가에 기여하지 못하는 것으로 판단된다.
2. 각형 강관 실험체의 길이는 강도에 큰 영향을 미치지 않았지만, 길이가 긴 실험체들의 초기 강성이 짧은 실험체들에 비해 상대적으로 더 작게 측정되었다.
3. ST_CON은 기준실험체 (ST)와 동일한 각형 강관 실험체의 중공에 콘크리트를 채운 형태이기 때문에 PC 더블월 제작 시 구성되는 각형 강관 연결부와 유사한 상세를 가진 실험체이다. 또한, 다른 각형 강관 연결부 상세에 비해 추가적인 시공과정과 비용이 요구되지 않으므로 가장 적합한 연결상세인 것으로 판단된다.
4. 추후 PC 더블월 연결부에 대한 다양한 성능을 규명하기 위한 연구가 필요하며, 특히, PC 패널에 매입된 각형 강관 연결부에서 발생할 수 있는 강관 뺨힘파괴, 콘크리트 브레이크아웃 파괴, 강관의 재료파괴 등 콘크리트에 매입된 강관 연결부의 성능을 면밀히 검토할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1C1C2093437). 또한, 원피씨엔지니어링의 연구개발 지원에도 감사드립니다.

References

1. Choi, H. B., Kim, H. S., Seo, D. S., and Kang, K. I. (2003), The Study on the Capability Transform and Alternative Plan of Reinforcing Bar with Straightening after Bending, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 19(9), 181-188.
2. Ji, K. H., and Choi, B. J. (2019), Improvement of Underground Wall Design and Construction Safety Using Mega Double Wall Construction Method, *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 19(1), 1-12.
3. Jiang, J., Luo, J., Xue, W., Hu, X., and Qin, D. (2022), Experimental study on Hysteresis Behavior of Precast Concrete Double Skin Shear Wall with Horizontal Loop Connection and Spiral-confined Vertical Lap Connection, *Journal of Building Engineering*, 45, 103526.
4. KDS 14 20 54 (2021), Standard for Durability Design of Concrete Structures, Korea Concrete Institute, Korea.
5. KS B 1002 (2021), Hexagon Head Bolts and Hexagon Head Screws, Korea Agency for Technology and Standards, Korea.
6. KS D 3568 (2018), Carbon Steel Square Pipes for General Structural Purposes, Korea Agency for Technology and Standards, Korea.
7. Kim, S., Lee, D. E., Kim, Y., and Kim, S. (2020), Development and Application of Precast Concrete Double Wall System to Improve Productivity of Retaining Wall Construction. *Sustainability*, 12(8), 3454.
8. Lee, W. J., Kim, M., Lee, D., Ju, H., and Kim, K. H. (2022), Seismic Performance Evaluation of Intermediate Precast Structural Walls, *The Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 6(3), 421-432.
9. Oh, Y. H., Moon, J. H., Kim, J. K., Lee, J. H., and Shin, S. H. (2020), Evaluation of Structural Performance for Precast Concrete Double-wall with Different Aspect Ratios and Joint Rebar Ratios, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 32(5), 445-455.
10. Park, Y. S. (2021), PC DW: Precast Double Wall, 3SW: Stable, Strong, Sustainable, *Magazine of the Korea Concrete Institute*, 33(5), 59-61.

Received : 01/13/2023

Revised : 02/22/2023

Accepted : 03/06/2023

요 지 : 이 연구에서는 기존 프리캐스트 콘크리트(Precast concrete, PC) 더블월 시스템의 복잡한 제작 공정을 간소화하면서 콘크리트 패널 형성 시 발생할 수 있는 레이턴스 등의 결함을 제거하고자 고안된 새로운 PC 더블월 공법을 소개하고 이때, PC 패널이 운반 또는 현장 콘크리트 타설 시 손상되지 않고 간격을 유지하는 역할을 하는 각형 강관에 대한 인장저항 성능을 규명하기 위한 실험적 연구를 수행하였다. 각형 강관의 단부 상세를 변수로 인장실험을 계획하였으며 개구부 형성에 따른 강관의 처리방법, 매립 콘크리트의 촌치 유무, 추가적인 장부작용 확보를 위한 철근용접 등을 변수로 설정하여 효과적인 강관 단부 상세를 도출하고자 하였다. 결과적으로, 강관 단부의 측면을 절개한 강관을 강관 단부 방향 안쪽으로 절곡한 강관 실험체(ST_CP)를 제외하고 기준실험체(ST)에 비하여 20~30% 가량 증가한 최대 인장강도를 나타내었다. 기준실험체 내부에 콘크리트를 채운 실험체(ST_CON)가 PC 더블월 제작 시 구성되는 각형 강관 연결부와 유사한 상세를 가지며 추가적인 시공과정과 비용이 요구되지 않으므로 가장 적합한 연결상세인 것으로 판단된다.

핵심용어 : 더블월, 장부 작용, 각형 강관, 인장 시험, 프리캐스트 콘크리트
