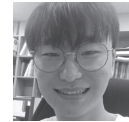


저층 필로티 건물의 내진보강 Seismic Retrofitting of Low-rise Piloti Building

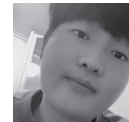
우리나라의 경주, 포항 지진에서의 대표적인 피해 건물들은 저층 필로티 건물이었다. 포항 지진을 계기로 새로운 건축 기준들이 마련되었지만 2017년 12월 이전의 건물들은 내진설계 의무 대상에 포함되지 않아 지진에 취약하다. 따라서 군산시의 필로티 건물 중 많이 차지하는 두 유형의 건물을 인명 안전(LS) 수준을 목표로 경제성과 안전성을 고려하여 내진 보강 설계를 진행하고자 한다.



윤찬호 Yoon, Chan Ho
학번 : 1801677
e-mail : chanho3402@naver.com
mobile : 010-7183-3402



장태수 Jang, Tae Soo
학번 : 1801693
e-mail : jts8669@naver.com
mobile : 010-8924-2043



박현권 Park, Hyeon Gwon
학번 : 1801661
e-mail : gusmjs0503@naver.com
mobile : 010-9201-3044

SEISMIC RETROFITTING OF LOW-RISE PILOTTI BUILDING

윤찬호 · 장태수 · 박현권 | 잡도리 팀

저층 필로티 건물의 내진보강

우리나라의 경우, 포항 지진에서의 대표적인 피해 건물들은 저층 필로티 건물이었다. 포항 지진을 계기로 새로운 건축 기준들이 마련되었지만 2017년 12월 이전의 건물들은 내진설계 의무 대상에 포함되지 않아 지진에 취약하다. 따라서 군산시의 필로티 건물 중 많이 차지하는 두 유형의 건물을 인명 안전(LS) 수준을 목표로 경제성과 안전성을 고려하여 내진 보강 설계를 진행하고자 한다.

구조
STRUCTURAL
ENGINEERING



윤찬호 Yoon, Chan Ho
학번 : 1801677
e-mail : chanho3402@naver.com



장태수 Jang, Tae Soo
학번 : 1801693
e-mail : jts8669@naver.com



박현권 Park, Hyeon Gwon
학번 : 1801661
e-mail : gusmjs0503@naver.com



CONSTRUCTION & MANAGEMENT

저층 필로티 건물의 내진보강

Seismic Retrofitting of Low-rise Piloti Building 저층 필로티 건물의 내진보강

우리나라의 경우, 포항 지진에서의 대표적인 피해 건물들은 저층 필로티 건물이었다. 포항 지진을 계기로 새로운 건축 기준들이 마련되었지만 2017년 12월 이전의 건물들은 내진설계 의무 대상에 포함되지 않아 지진에 취약하다. 따라서 군산시의 필로티 건물 중 많이 차지하는 두 유형의 건물을 인명 안전(LS) 수준을 목표로 경제성과 안전성을 고려하여 내진 보강 설계를 진행하고자 한다.

개요

■ A유형

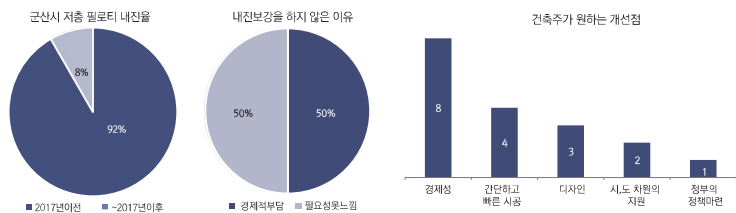
주 소 | 전라북도 군산시 오식도동
준공연도 | 2016.10
연 면 적 | 794㎡
구 조 | 철근콘크리트
층 수 | 지상 4층 (높이 : 12.2m)

■ B유형

주 소 | 전라북도 군산시 경장동
준공연도 | 2016.11
연 면 적 | 441㎡
구 조 | 철근콘크리트
층 수 | 지상 4층 (높이 : 14.55m)

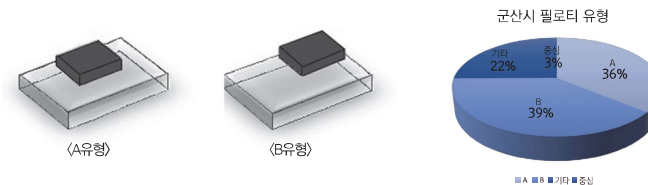
현황조사

군산시 저층 필로티 건물 총 211건을 조사한 결과이다. 전체 건물의 내진율은 8%로 매우 낮았다. 근처 필로티 건축주들 18명에게 설문조사를 한 결과 다음과 같았다. 우리는 이 설문결과를 토대로 경제성과 안전성을 고려하여 가장 적합한 보강방법을 찾기로 하였다.



배경

코어의 위치를 기준으로 하여 군산시 내의 필로티건물을 분류하였을 때 AB유형이 가장 많이 차지하여 두 유형의 건물을 대상으로 내진보강을 진행하였다.



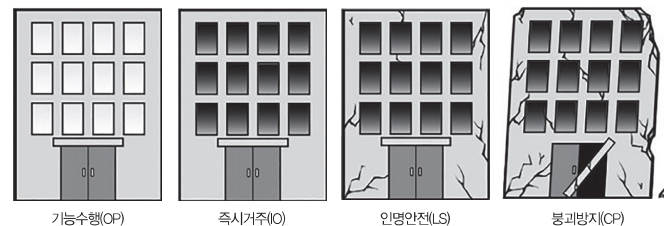
Flow chart

필로티 건물은 변위가 150%를 초과하는 비정형 건물이고, 고차모드의 영향이 크기 때문에 m계수법과 pushover 해석을 동시에 진행하여 불리한 쪽으로 판정하였다.



목표성능 설정

재현주기 | 2400년
내진등급 | 2등급
성능목표 | 인명안전(LS)
지역계수(S) | 0.176
지반종류 | S3
중요도 계수(I) | 2
반응수정계수(R) | 4

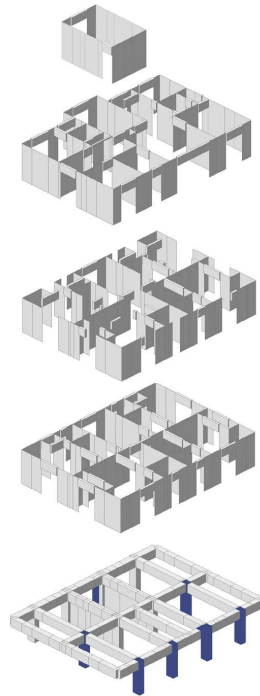
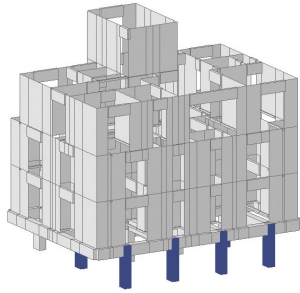


가능수행 (OP)	대상 지진 발생 후에도 정상적인 건물 사용 .	DCR ≤ 0.5
즉시거주 (IO)	대상 지진 발생 후에도 건물에 계속 거주 가능	0.5 (DCR ≤ 0.75)
인명안전 (LS)	대상 지진에 의해 건물 및 설비에 상당한 손상 발생 , 인명손실 위험 낮음	0.75 (DCR ≤ 1.0)
붕괴방지 (CP)	대상 지진에 의해 건물이 붕괴되지는 않아도 전체적 붕괴가 임박한 상태	1.0 (DCR)

A유형

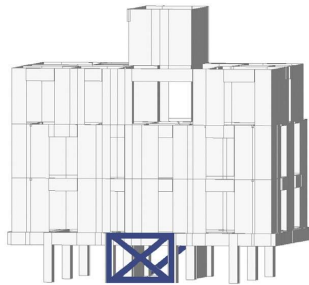
■ midas modeling

- 보강 필요 부재



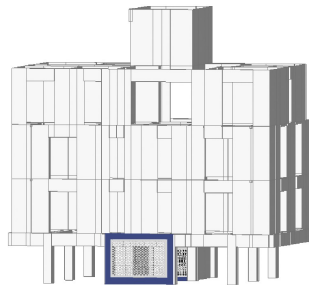
■ 가새보강

- 가새 - (SS275) H-250×250×9×14
- 틀 - (SS275) H-250×250×9×14



■ 유공강판보강

- 유공강판 - (SS275) 3040×2400×4.7, 유공비율 35%
- 틀 - (SS275) H-250×250×9×14



• 가새보강, 유공강판 보강 후에도 붕괴가 일어나는 부재는 추가로 강판보강을 진행하였다

■ 부재별 성능평가

• 보

• 인명보호(I) 인명안전(LS) 붕괴방지(C) 붕괴위험(C)

보강 전						가새보강 후						유공강판 보강 후					
부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능
G1(16)	전단	2.44	2.44	2.44	CP	G1(16)	전단	0.98	0.98	0.98	IO	G1(16)	전단	0.98	0.98	0.98	IO
G1(22)	전단	2.38	2.38	2.38	CP	G1(22)	전단	0.95	0.95	0.95	IO	G1(22)	전단	0.95	0.95	0.95	IO
G3(783)	전단	1.04	1.04	1.04	CP	G3(783)	전단	0.88	0.88	0.88	IO	G3(783)	전단	0.89	0.89	0.89	IO

• 기둥

보강 전						가새보강 후						유공강판 보강 후					
부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능
C2(745)	전단	1.21	1.21	1.21	CP	C2(745)	전단	0.66	0.66	0.66	IO	C2(745)	전단	0.68	0.68	0.68	IO
C2(746)	전단	1.09	1.09	1.09	CP	C2(746)	전단	0.71	0.71	0.71	IO	C2(746)	전단	0.71	0.71	0.71	IO
C2(747)	전단	1.12	1.12	1.12	CP	C2(747)	전단	0.73	0.73	0.73	IO	C2(747)	전단	0.75	0.75	0.75	IO
C2(748)	전단	1.2	1.2	1.2	CP	C2(748)	전단	0.66	0.66	0.66	IO	C2(748)	전단	0.68	0.68	0.68	IO
C1(749)	휨	1.27	1.27	1.27	CP	C1(749)	휨	0.56	0.56	0.56	IO	C1(749)	휨	0.58	0.58	0.58	IO
C1(754)	휨	1.23	1.23	1.23	CP	C1(754)	휨	0.53	0.53	0.53	IO	C1(754)	휨	0.55	0.55	0.55	IO

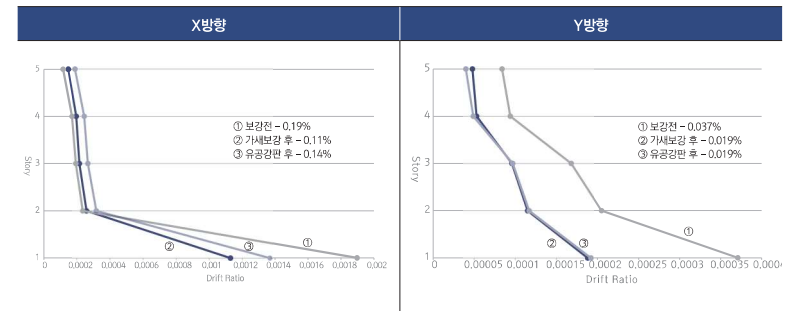
• 전단벽

보강 전						가새보강 후						유공강판 보강 후					
부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능
W2(2)	휨	3.35	2.51	2.01	CP	W2(2)	휨	2.32	1.74	1.39	CP	W2(2)	휨	2.37	1.78	1.42	CP
W2(3)	휨	3.29	2.46	1.97	CP	W2(3)	휨	2.26	1.69	1.36	CP	W2(3)	휨	2.31	1.73	1.38	CP

• 보강 후에도 구조적기능을 하지 못해 보강 시 해제

■ 허용 층간변형각

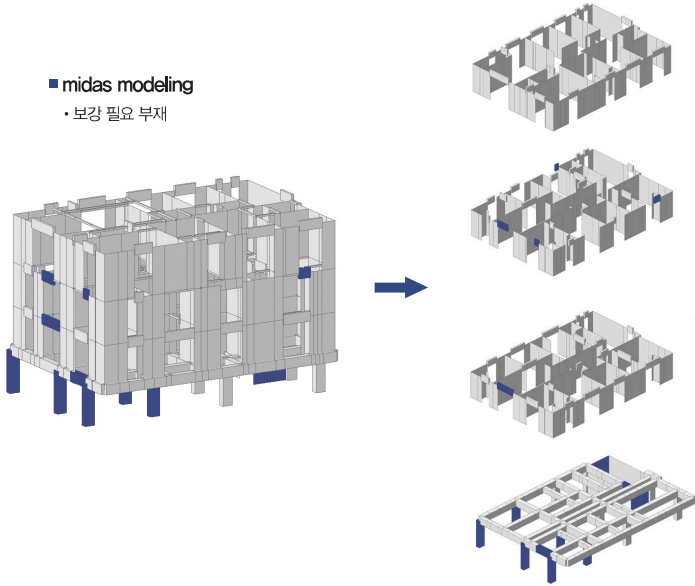
내진설계된 횡재형 RC 전단벽 시스템의 인명안전(LS)은 0.7%이내이다.



B유형

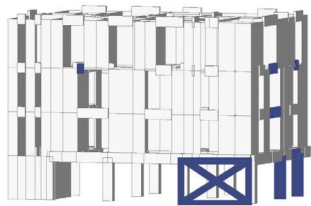
midas modeling

- 보강 필요 부재



가새보강

- 가새 - (SS275) H-350×350×12×19
- 틀 - (SS275) H-250×250×9×14



가새보강, 유공강판 보강 후에도 붕괴가 일어나는 부재는 추가로 강판보강을 진행하였다

유공강판보강

- 유공강판 - (SS315) 4225×2550×5.5, 유공비를 35%
- 틀 - (SS275) H-300×300×10×15



부재별 성능평가

- 보

인명보호(O) 인명안전(LS) 붕괴방지(CP) 붕괴위험(C)

보강 전		가새보강 후					유공보강 보강 후										
부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능
2WG1(2)	전단	1.25	1.25	1.25	CP	2WG1(2)	휨	1.4	0.88	0.59	LS	2WG1(2)	휨	1.4	0.88	0.58	LS
2G3(59)	전단	1.03	1.03	1.03	CP	2G3(59)	전단	0.43	0.43	0.43	LS	2G3(59)	전단	0.43	0.43	0.43	LS
B2(689)	휨	1.81	1.13	0.76	CP	B2(689)	휨	1.11	0.69	0.46	LS	B2(689)	휨	1.11	0.69	0.46	LS

B2(891)	전단	1	1	1	CP	B2(891)	전단	0.28	0.28	0.28	IO	B2(891)	전단	0.28	0.28	0.28	IO
B2(967)	전단	1.8	1.8	1.8	CP	B2(967)	전단	0.28	0.28	0.28	IO	B2(967)	전단	0.28	0.28	0.28	IO
B2(1001)	휨	1.03	0.64	0.43	CP	B2(1001)	휨	1.12	0.7	0.47	LS	B2(1001)	휨	1.12	0.7	0.47	LS
B2(1039)	휨	1.94	1.21	0.81	CP	B2(1039)	휨	0.4	0.27	0.2	IO	B2(1039)	휨	0.4	0.27	0.2	IO

기둥

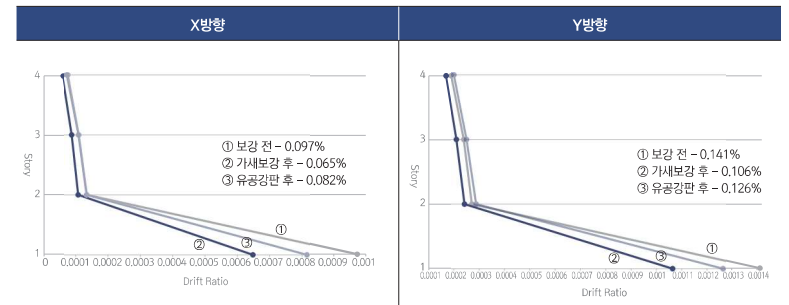
보강 전		가새보강 후					유공보강 보강 후										
부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능
C1(69)	전단	1.59	1.59	1.59	CP	C1(69)	전단	0.68	0.68	0.68	IO	C1(69)	전단	0.68	0.68	0.68	IO
C1(71)	전단	1.31	1.31	1.31	CP	C1(71)	전단	0.52	0.52	0.52	IO	C1(71)	전단	0.61	0.61	0.61	IO
C1(73)	전단	1.39	1.39	1.39	CP	C1(73)	전단	0.65	0.65	0.65	IO	C1(73)	전단	0.65	0.65	0.65	IO
C1(74)	전단	1.75	1.75	1.75	CP	C1(74)	전단	0.73	0.73	0.73	IO	C1(74)	전단	0.73	0.73	0.73	IO
C1(76)	전단	1.13	1.13	1.13	CP	C1(76)	전단	0.46	0.46	0.46	IO	C1(76)	전단	0.46	0.46	0.46	IO
C1(79)	휨	1.28	1.28	1.28	CP	C1(79)	휨	0.65	0.48	0.37	IO	C1(79)	휨	0.64	0.48	0.37	IO

벽

보강 전		가새보강 후					유공보강 보강 후										
부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능	부재명	파괴 모드	IO	LS	CP	최종 성능
W1(1)	전단	1.18	0.94	0.78	CP	W1(1)	전단	0.81	0.65	0.54	LS	W1(1)	전단	0.82	0.65	0.54	LS
W1(2)	전단	1.03	0.83	0.69	CP	W1(2)	전단	0.82	0.66	0.55	LS	W1(2)	전단	0.82	0.66	0.55	LS

허용 층간변형각

내진설계된 전단지배형 RC 전단벽 시스템의 인명안전(LS)은 0.35% 이내이다.



결론

- A유형과 B유형 모두 강판 보강공법을 병행하며 가새 보강공법과 유공강판 보강공법을 적용하였다.
- 보강 전 붕괴했던 부재들이 보강 이후, 모두 목표성능인 인명안전(LS)을 만족하였다.
- 보강 이후 층간변형각 또한 기존의 값들보다 감소하며 허용층간변형각(A=0.7%, B=0.35%)을 만족하였다.