제 1 학생회관 내진보강설계

Seismic Reinforcement Design for the 1st Student Hall

승지 팀

1401534 이승현

1501346 김지환

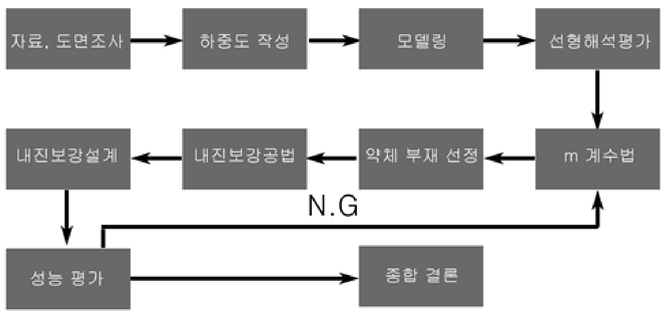
건축물 개요

준공연도	1984.03 준공 / 2001.05 4층 증축
건축규모	지상 4층, 지하 1층
구조형식	철근콘크리트조
연면적	5,298m^2
재료강도	Fck : 18MPa, Fy : 300MPa(1 ~ 3F)
	Fck : 24MPa, Fy : 400MPa(4F 증축)

SYNOPSIS

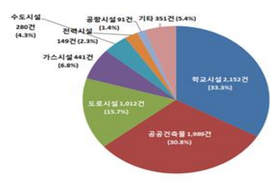
경주 지진, 포항 지진이 발생함에 따라 우리나라의 내진보강설계가 중요시 되고 있다. 우리나라의 내진설계는 1988년부터 도입되었지만, 그 이전에 준공되어진 건축물은 내진설계에 포함되지 않아 현존하는 학교 건축물이 지진 발생 시 위험한 상황이다. 이에 따라 내진설계가 적용되지 않은 1984년에 준공된 학생회관 건축물을 대상으로 시공성, 경제성, 안전성을 고려한 내진보강설계를 진행한다.

FLOW CHART

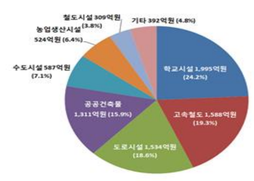


* m계수를 이용한 선형해석평가를 통하여 성능목표에 도달하지 못한 부재를 확인하였으며, 보강공법을 통하여 내진보강설계를 진행하였다.

자료 조사



< 내진성능 확보 건수 >



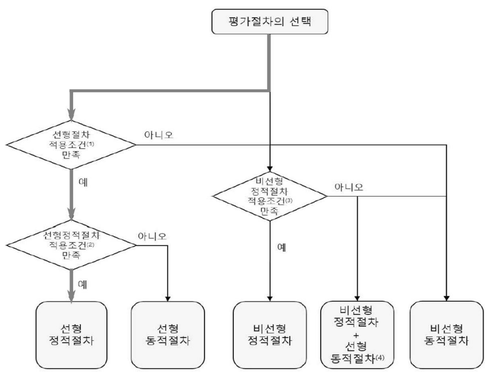
< 예산투자 금액 >

재현주기 2400년 주기
내진 특등급
성능목표 : 인명안전(LS)
내진설계범주 : D등급
지역계수(S) : 0.176
지반 종류 : S_4
중요도계수(I) : 1.5 (내진등급 : 특)
반응수정계수(R) : 5 (건물골조시스템 : 철근콘크리트 보통전단벽)

성능목표 설정

내진등급	성능목표	
	재현주기	성능수준
특	2400년	인명보호
	1000년	기능수행
I	2400년	붕괴방지
	1400년	인명보호
	100년	기능수행
II	2400년	붕괴방지
	1000년	인명보호
	50년	기능수행

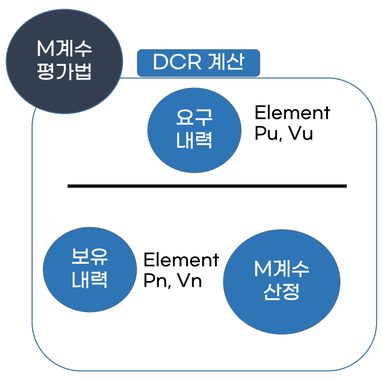
내진등급 특 - 재현주기 2400년 - 인명보호(LS)



* 선형정적절차
(아래조건을 모두 만족하여 적용)
$T < 3.5T_S$
수평치수의 변화율 140% 이내
비틀림 강성비정형 없음
수직강성 비정형 없음
지진력저항시스템은 서로 직교

* '기존시설물 내진성능평가요령'에 따른 평가절차를 선택

M계수평가



* 기둥 휨 성능은 별도의 계산식으로 산출.

휨 성능 DCR = $\left(\frac{M_x}{M_x M_{ex}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_y}{M_y M_{ey}}\right)^{\alpha}$

보강 전 _ 보 성능에 대한 평가

보	성능평가	IO	LS	CP	등급
2G9	전단	1.52	1.01	0.76	CP
2G16	전단	1.97	1.31	0.98	CP
3G8	전단	1.57	1.04	0.78	CP
3G9	전단	1.79	1.19	0.89	CP
4G8	전단	1.72	1.14	0.86	CP

* 휨성능에서는 만족하나, 전단에서는 만족하지 못함.

보강 전 _ 기둥 성능에 대한 평가

기둥	성능평가	IO	LS	CP	등급
1C3	휨	2.96	1.74	1.58	C
1C23	휨	3.11	1.65	1.49	C
1C20	휨	2.05	1.08	0.98	CP
1C21	휨	4.84	4.63	2.63	C
2C20	휨	1.40	1.01	0.69	CP

* 전단성능에서는 만족하나, 휨에서는 만족하지 못함.

내진보강설계

SK-N200 제품 특징
섬유중량 : 200(g/m^2)
섬유비중 : 1.80(g/cm^2)
설계두께 : 0.111(m)
제품폭 : 50(cm)
인장강도 : 390(kg/cm폭)

㈜대화정밀공업 탄소섬유 제품 출처

보의 전단 보강 설계 시 3면을 U형으로 감싸는 형태로 설계.

부분강도감소계수 = 0.85 적용.

선정한 섬유 시트의 폭과 두께, 인장강도를 통해 각 보강 부재별 섬유복합체가 저항하는 전단강도 Vf을 계산.

섬유 복합체 보강 공법

- 보와 기둥에 탄소섬유시트를 부착하여 휨, 전단 강도 증진.
- 보강 시 알칼리나 산성,열팽창 등의 환경적 고려 필요.

정의 : 구조내력이 부족한 콘크리트 단면에 접착, 보강함으로써 구조물의 강도, 내구성 및 내진성능 등의 기능을 회복, 향상시키는 공법.

장점 : ① 공정이 간단하며 적은 인원으로 짧은기간에 공사가 가능함.
② 경량으로 운반 및 반입이 용이하고 좁은 장소에서도 작업이 용이함.
③ 탄소섬유가 갖는 우수한 강도특성이 최대한 발휘되도록 필요한 방향만을 보강할 수 있음.

단점 : ① 재료의 특성상 파괴의 거동이 취성적 이므로 보강 설계시 이에 유의해야 함.
② 재료 및 시공에 대한 엄격한 품질관리가 필요.

$$V_n = (V_c + V_s + \Psi_f V_f) \quad (12\text{-}13)$$

여기서,
V_c, V_s, V_f : 각각 콘크리트, 전단보강근, 섬유복합체가 저항하는 전단강도
Ψ_f : 부분강도감소계수
0.95, 전단면의 둘레를 감싼 경우
0.85, 양면 혹은 U형으로 부착한 경우

$$M_n = A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1 c}{2}\right) + \Psi_f A_f f_{fe} \left(h - \frac{\beta_1 c}{2}\right) \quad (12\text{-}1)$$

여기서, f_s : 인장철근의 응력
f_{fe} : 섬유복합체의 유효응력
A_f : 섬유복합체의 단면적
Ψ_f : 부분강도감소계수로서 0.85를 사용

보강 후 _ 보 성능에 대한 평가

보	성능평가	IO	LS	CP	등급
2G9	전단	0.90	0.6	0.45	IO
2G16	전단	1.01	0.67	0.50	LS
3G8	전단	0.99	0.66	0.50	IO
3G9	전단	1.06	0.71	0.53	LS
4G8	전단	1.03	0.69	0.51	LS

섬유시트보강 계산식으로 평가를 통하여 목표성능 만족.
평균 2겹보강으로 진행
부분강도감소계수 0.85 입력

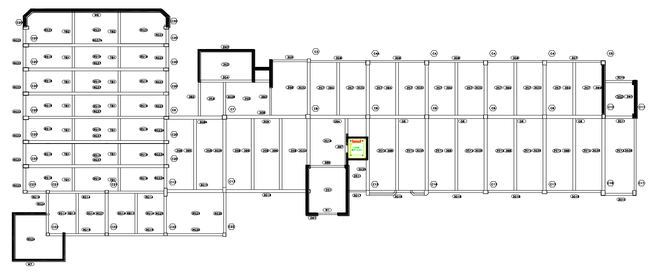
보강 후 _ 기둥 성능에 대한 평가

기둥	성능평가	IO	LS	CP	등급
1C3	휨	1.46	0.79	0.70	LS
1C23	휨	0.91	0.53	0.49	IO
1C20	휨	0.72	0.42	0.39	IO
1C21	휨	0.80	0.71	0.43	IO
2C20	휨	1.37	0.98	0.67	LS

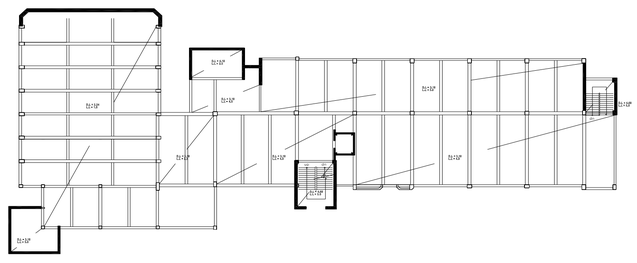
섬유시트보강 계산식으로 평가를 통하여 목표성능 만족.
평균 2겹보강으로 진행
부분강도감소계수 0.85 입력
기존 부재 강도 40%만 보강

도면 작성

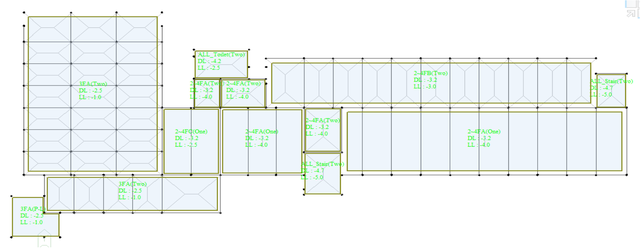
구조도



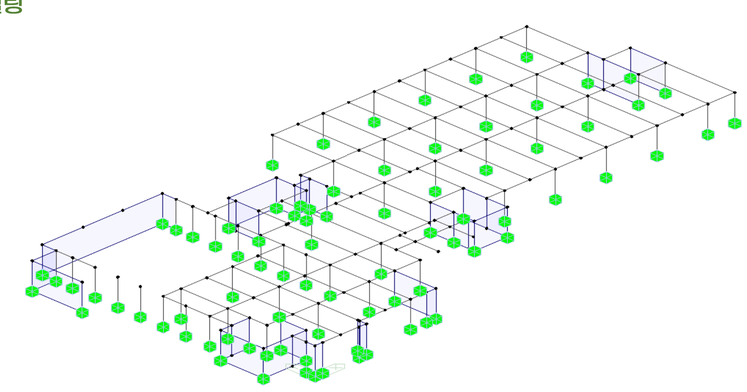
하중도

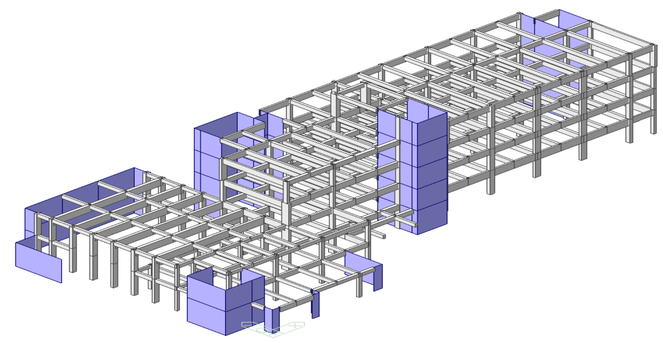


모델링_ 하중입력

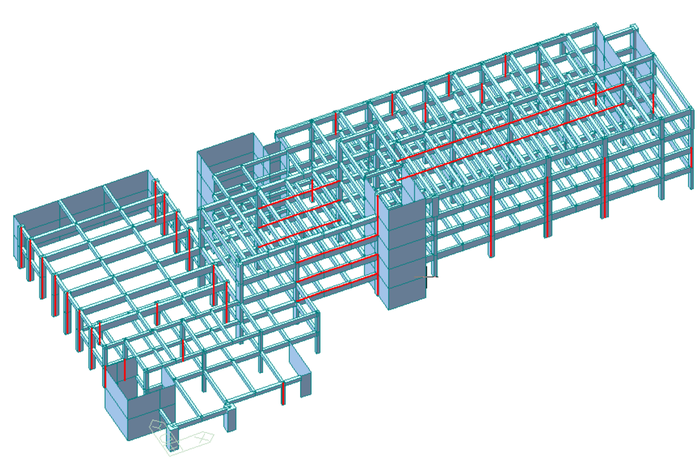


모델링





보강부재



결론

건축물 모델링 후 M계수법을 통해 기존 건물의 부재 상태를 확인하였더니,
보 2G9, 2G16, 3G8, 기둥 1C3, 1C23, 1C20 등에서 붕괴 방지(CP)가 발생하여
목표 성능 수준인 인명 안전(LS) 수준을 만족하기 위한 내진보강설계 실시.

보와 기둥은 탄소섬유시트를 평균 2겹으로 감싸 휨과 전단 강도를 증진시켜
기존 건물과 비교하고, 목표 성능 수준인 인명 안전(LS) 수준을 만족하여
합리적인 내진보강설계가 이루어졌는지 확인.