

# 철근부식정도에 따른 기둥의 파괴형태

## Failure Shape of RC Columns by The Degree of Corrosion of Reinforcement

1)

○ 송 한 범\* 오 상 훈\*\* 이 원 호\*\*\* 유 홍 식\*\*\*\* 강 대 언\* 태 경 훈\*\*\*\*\*  
Song, Han-Beom Oh, Sang-Hoon Yi, Waon-Ho Ryu, Hong-sik Kang, Dae-Eon Tae, Kyung-Hoon

---

### ABSTRACT

Reinforced Concrete structures are constructed under the basic assumption of perfect bonding between steel and concrete. The corrosion of steel in the reinforced concrete columns results in the excessive cracks and gradual deterioration of concrete between steel and concrete. The cyclic loading test was conducted with the three corrosion rates in the laboratory.

Throughout this test, it is investigated a bond behavior of reinforced concrete columns under a steel corrosion. Main variables of the test are a corrosion of steel reinforcement and a level of stress.

### 요약

철근콘크리트 구조물은 철근과 콘크리트의 완전한 부착을 가정하여 시공된다. 그러나 해양 및 내륙에 건설된 구조물은 해양으로부터 발생한 염분과 각종 대기오염 물질 및 산성비와 같은 콘크리트의 열화적 요인들에 노출되어 있으며 이로 인해 철근콘크리트 내부의 철근은 부식될 수 있으며, 철근의 부식에 의한 부식생성물로 인한 철근 주변의 팽창압력에 의해 콘크리트 표면에 균열이나 박리가 발생한다. 이러한 경우에 부식인자의 침투가 용이하게 되기 때문에 철근부식이 가속되어 콘크리트와 철근의 부착감소, 철근단면 감소에 따른 부재내력의 저하가 발생한다. 철근콘크리트 기둥의 철근을 강제로 부식시켜 반복가력 하는 실험을 수행하였다.

이러한 실험을 통하여 철근콘크리트 기둥의 부착특성에 대한 기둥의 거동을 파악하였다. 본 연구의 주요 변수는 철근의 부식정도로 하였다.

---

\* 정회원, 광운대학교 에센스구조연구센터 연구교수, 공학박사

\*\* 정회원, 부산대학교 대형지진모사실험시설건축사업단(건축학부) 조교수, 공학박사

\*\*\* 정회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 국립방재연구소 소장, 공학박사

\*\*\*\* 정회원, 포항산업과학연구원 건축구조연구실 선임연구원, 공학박사

\*\*\*\*\* 정회원, 광운대학교 건축공학과 박사과정

## 1. 서론

최근 정부의 사회간접자본 확충 정책에 따라 임해공업단지, 공항 및 발전소 등 많은 건축구조물들이 해안가에 건설되거나 건설 중에 있다. 이러한 건축구조물 들은 해양으로부터 발생된 비염염분(飛來鹽分)으로 인한 염해에 무방비 상태로 노출되어 있으며, 내륙에 위치한 중요 구조물도 대기 환경오염 및 산성비와 같은 콘크리트의 열화적 요인들에 노출되어 있으며 이로 인해 철근콘크리트 내부의 철근은 부식될 수 있으며, 철근의 부식에 의한 부식생성물로 인하여 철근 주변의 팽창압력에 의해 콘크리트 표면에 균열이나 박리가 발생한다. 이러한 경우에 부식인자의 침투가 용이하게 되기 때문에 철근 부식이 가속되어 콘크리트와 철근의 부착감소, 철근단면 감소에 따른 부재내력의 저하가 발생하게 된다.

따라서 본 연구에서는 내구성 평가의 기초적인 자료를 제시하고자 철근콘크리트 기둥부재에 대해 주근 및 전단보강근의 부식정도, 보강철근의 유무 및 콘크리트 강도를 변수로 하여 정적점중반복실험을 수행하여 각 변수에 따른 기둥 내력의 저하정도를 평가하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 시험체 계획

실험을 위한 대상건물은 그림 1과 같은 지상 12층 규모의 사무실 건물이며 시험체 선정은 대상건물의 1층 기둥으로 하였다. 선정된 기둥 시험체에 대하여 철근의 부식량 및 콘크리트 강도를 변수로 하여 총 11개의 시험체를 계획한다. 이러한 변수를 적용한 시험체는 표 1과 같고 시험체 형상 및 치수는 그림 2와 같다.

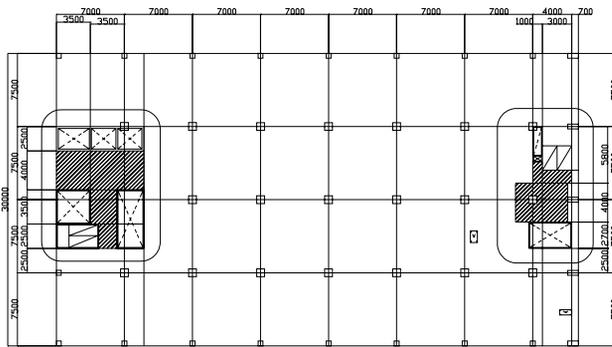


그림 1. 대상건물 평면

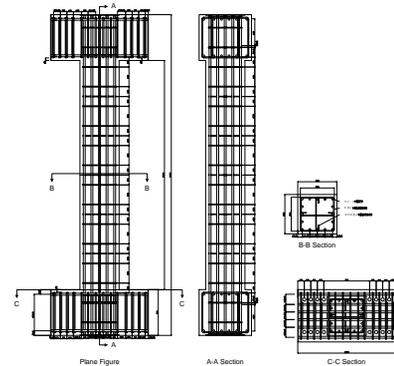


그림 2. 시험체 형상 및 치수

표 1. 실험체 일람표

시험체명	변수	철근부식도 (%)		콘크리트 설계강도 (MPa)	축력비 (%)	전단보강근 간격 (mm)	X자 배근	예상내력 (kN)	
		주근	전단보강근					휨	전단
24C0-1-300	0			24	0.1	300	×	423	434
24C0-1-300X				24	0.1	300	○	423	434
35C0-1-300				35	0.1	300	×	455	510
24C1-1-300	10			24	0.1	300	×	423	434
24C1-2-300					0.2	300	×	485	489
35C1-1-300				35	0.1	300	×	455	510
24C2-1-300	20			24	0.1	300	×	423	434
24C3-1-300	30			24	0.1	300	×	423	434
35C3-1-300									
24C0-1-150	0			24	0.1	150	×	423	511

## 2.2 시험방법

시험체 설치상황은 그림 3과 같고 가력은 그림 4와 같은 변위이력에 근거하여 정적점중반복재하실험으로 수행한다. 철근의 부식은 전위차 인공부식촉진법을 이용하여 강제부식을 유도하며, 각 부식폭에 맞는 수조를 제작한 후 3%의 NaCl 용액을 넣고 시험체의 인장철근에 (+)극을 연결하고 콘크리트 표면에서 약 2cm 이격시킨 동관에 (-)극을 연결하여 직류전류를 흐르게 하여 부식시킨다. 계획된 부식율의 유도는 식 (1)과 같이 페러데이 전기분해법칙을 근거로 부식시간을 산출함으로써 철근부식도를 산정한다.

$$\text{부식중량손실} = \frac{\text{전류} \times \text{시간} \times \text{철근의원자량수}}{\text{반응전자수} \times \text{페러데이상수}} \quad (1)$$

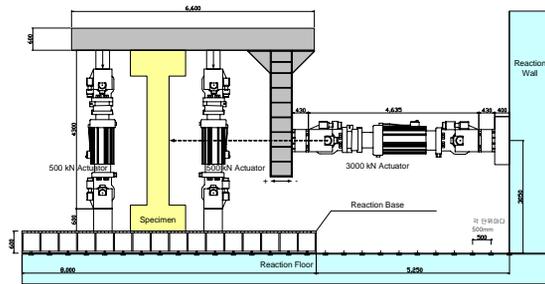


그림 3. 시험체 설치 상황

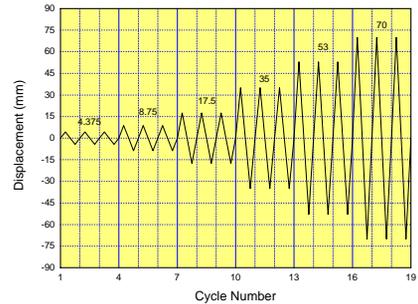


그림 4. 변위이력

## 3. 실험결과

### 3.1 최종파괴 상황

각 시험체별 최종파괴 상황은 그림 5와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 부식정도에 따라 최종파괴 상황에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 부식이 안 된 시험체의 경우에는 기둥 상·하부의 균열이 증가하면서 파괴되는 양상을 보였지만, 부식을 시킨 시험체는 부식의 정도에 차이없이 기둥 상하부의 피복이 최대하중 이후에 피복이 탈락하면서 기둥에 가력한 축력에 의해 압괴되는 양상을 보였다.



그림 5. 시험체별 최종파괴 상황

### 3.2 하중-변위 곡선

그림 6은 각 시험체별 하중-변위 관계를 나타낸다. 콘크리트 강도에 따른 영향은 전단보강근을 300 mm 간격으로 배근한 시험체의 경우에 24 MPa를 적용한 시험체와 35 MPa를 적용한 시험체의 거동이 큰 차이를 보이고 있다. 또한 부식 여부에 따른 각 시험체의 하중-변위 관계를 보면 부식이 된 시험체는 최대내력 이후에 급격한 하중의 감소를 보이고 있다. 이는 전술한 바와 같이 피복의 탈락에 의한 기둥의 압축파괴로 인한 결과이며, 이를 통하여 전단보강근의 부식으로 인한 피복 콘크리트와의 부착력 감소를 확인할 수 있다. 즉, 기둥에서 전단보강근의 부식은 피복콘크리트와의 부착력을 감소시키며 부착력의 감소로 인한 콘크리트 피복의 급격한 탈락은 기둥의 단면을 감소시켜 기둥의 압축내력을 감소시키고 이로 인하여 기둥이 압축파괴 될 수 있음을 나타낸다. 또한 X자형 배근을 한 시험체인 24C0-1-300X 시험체와 전단보강근 간격을 150 mm로 한 시험체인 24C0-1-150 시험체는 비교 대상 시험체인 24C0-1-300 시험체와 비교하여 내진성능이 향상된 것으로 나타났으며 특히 X자형 배근을 한 시험체가 좀 더 우수한 내진성능을 보이는 것으로 나타났다.

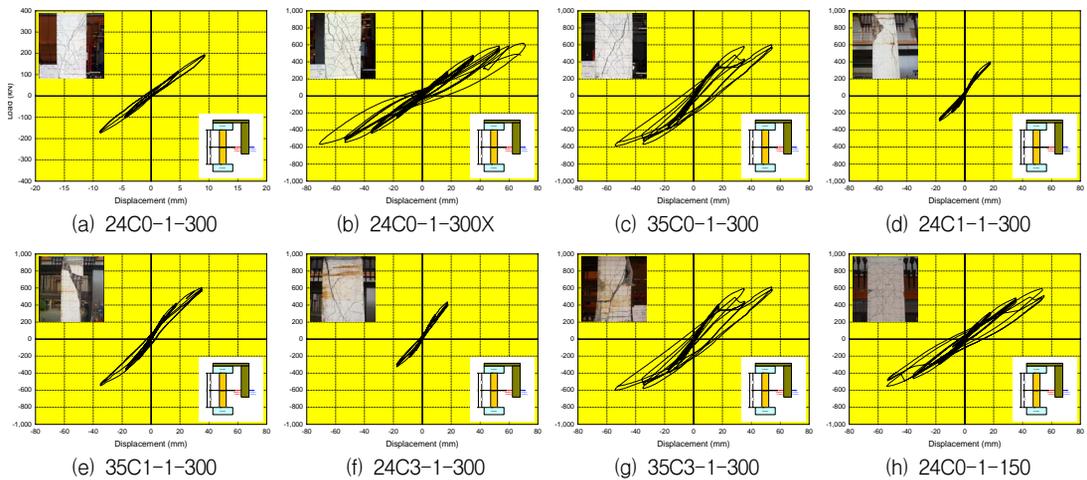


그림 6. 시험체별 하중-변위 곡선

### 4. 결론

기둥의 주근과 전단보강근의 부식여부, 보강철근의 유무 및 콘크리트 강도를 변수로한 실험연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 콘크리트 강도는 기둥의 내진거동에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.
- 2) 주근 및 전단보강근의 부식은 콘크리트 피복과의 부착력을 감소시키는 것으로 나타났으며 이로 인하여 콘크리트 피복이 최대내력 이후에 급격하게 탈락하는 양상을 보였다.
- 3) 철근과 콘크리트의 부착력 감소에 의한 콘크리트 피복의 탈락은 기둥의 단면을 급격하게 감소시킴으로 인해 기둥의 단면을 급격하게 감소시켜 기둥의 압축내력을 감소시켜 기둥이 압축파괴 되는 결과를 초래하는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

이 논문은 건설교통부의 첨단도시개발사업 “내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술 개발 (05건설핵심 D04-01)” 과제 지원에 의하여 연구되었음. 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 대한주택공사 주택연구소, 염해구조물 진단 및 보수기술서, 과학기술처, 1993. 11.