

# 물-시멘트비 및 혼화재 혼입에 따른 철근콘크리트의 부착 특성에 관한 연구

## Experimental Study on Bonding Properties of Reinforced Concrete with Water-Cement Ratio and Blending of Mineral Admixture

최 윤 석\*      김 명 유\*      양 은 익\*\*      이 성 태\*\*\*  
Choi, Yoon Suk      Kim, Myung Yu      Yang, Eun Ik      Yi, Seong Tae

### ABSTRACT

To clarify the one body behavior of reinforcing bar and concrete, it is important to investigate bond characteristics between two materials. Bond strength is decided by applied force and interface area between reinforcing bar and concrete. And, the resultant force of chemical adhesive force, frictional force, and mechanical interaction are to be main factors. Property of concrete influences on chemical adhesive force and frictional force; bond strength is decreased by corrosion of reinforcing bar, as the result, durability is also decreased. In this study, to confirm bond characteristics with property of concrete, w/c ratio and blending of mineral admixture were selected as the main test parameters. The results obtained from this study will be used as the basic data for bond characteristics with corrosion.

### 1. 서론

철근콘크리트 구조물에 있어서 철근과 콘크리트가 일체로 거동하기 위해서는 철근과 콘크리트 상호간에 부착력이 완벽하게 발휘되어야한다. 이러한 부착력은 두 재료의 경계면에 의해 결정되는데, 화학적 접착력, 마찰력 및 기계적 상호작용의 합력이 이러한 경계면의 부착력을 결정짓는 요인으로 작용한다. 또한 콘크리트의 물성은 화학적 접착력 및 마찰력에 영향을 미치며, 철근의 부식은 부착력의 감소를 발생시켜 내구성 저하의 원인이 된다. 이 연구에서는 콘크리트의 물성에 따른 철근콘크리트의 부착특성을 파악하기 위하여 물-시멘트비를 달리하고 혼화재를 혼입하여 실험하였으며, 이와 같은 기본적인 부착성능 실험을 통하여 현재 수행되고 있는 부식에 따른 부착성능의 기초자료를 제시하고자 하였다.

### 2. 실험 개요

#### 2.1 사용재료 및 배합

\*정회원, 강릉대학교 토목공학과 대학원생

\*\*정회원, 강릉대학교 토목공학과 교수

\*\*\*정회원, 충청대학 건설교통과 교수

본 연구에 사용된 시멘트는 S사의 1종 포틀랜드 시멘트, AE제와 감수제는 J사의 제품, 잔골재는 강릉시 연곡하천의 자연사, 그리고 굵은골재는 강릉 안인진리의 쇄석( $G_{max}=25$  mm)을 사용하였다. 실험에 사용한 배합을 정리하면 Table 1 및 Table 2와 같으며, w/c 비와 양생재령, 그리고 혼화재의 혼입을 변수로 하여 실험하였다.

Table 1 Mixture proportion of concrete

w/c(%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )				AE(%)	SP(%)
		W	C	S	G		
40	43	170	425	716	1022	0.03	0.5
50	45	168	345	783	970	0.005	0.3
60	46	157	288	832	978	0.01	0.3

Table 2 Physical properties of aggregate

Type	Item	Specific gravity	Absorption(%)	F.M.
Sand		2.59	0.99	2.65
		2.64	0.70	6.82

## 2.2 실험 방법

본 실험에서는 동일한 배합으로 압축강도용 시험체( $\phi 100 \times 200$  mm, Fig. 1 참조)와 부착강도용 시험체( $150 \times 150 \times 150$  mm)를 제작하였다. 사용한 철근은 D25이며 부착길이는 JMC(일본 건설재료시험센터)에서 제안한 철근 직경의 4배로 결정하였으며, PVC파이프를 묻어 비부착면을 형성했고 양생은 온도 $30^{\circ}\text{C}$ 와 습도 $80\%$ 인 항온항습실에서 실시하였다. 또한 Fig. 2와 같이 물-시멘트비와 재령에 대한 부착강도와 슬립량의 측정을 위해 인발시험(pull out test)을 실시하였다. 제작된 시험체는 편심이 생기지 않도록 철근을 시편의 중앙에 위치시켰으며 최대하중 2000 kN용량의 만능재료시험기(UTM)를 사용하여 하중재하 방식으로 시험체가 파괴에 이르기까지 가력하였다. 재하하중에 대한 슬립량 측정은 철근과 콘크리트에 25 mm용량의 변위계(LVDT)를 설치하고 각 단계별 하중과 변위는 자동변형도측정기(TDS-302)를 이용하여 구하였다.

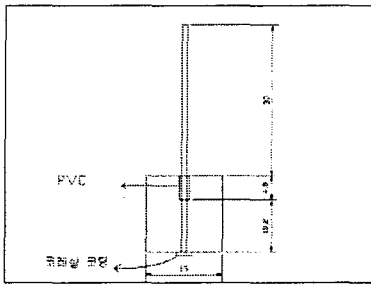


Fig. 1 시험체 제작도

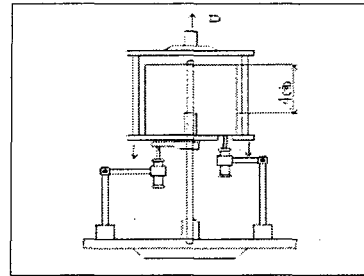


Fig. 2 부착실험 장치도

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 물-시멘트비에 따른 하중-슬립곡선

물-시멘트비에 따른 하중과 슬립의 관계는 Fig. 3, 4, 및 5에 나타나 있다. 각각의 동일한 재령에서 물-시멘트비에 따른 부착하중은 물-시멘트비가 낮아질수록 더 큰 부착하중을 나타내며, 이는 물-시멘트비가 낮아짐에 따라 콘크리트와 철근사이의 부착력이 높아지게 되고 이로 인해 철근마디 사이에 전단강도가 높아지기 때문이다. 또한 물-시멘트비가 낮아질수록 최대 슬립량은 감소하는 경향을 나타내고 있는데 이는 물-시멘트비가 낮을수록 콘크리트와 철근 사이의 부착력이 증가하기 때문이라고 판단된다.

### 3.2 양생 재령에 따른 하중-슬립곡선

양생재령에 따른 하중과 슬립의 관계 또한 Fig. 3, 4, 및 5에 나타나 있다. 각각의 물-시멘트비에서 양생재령이 증가할수록 최대부착하중은 증가하는 경향을 보인다. 이는 양생재령이 증가할수록 콘크리트의 강도가 증진되며 부착력 또한 증진되기 때문으로 판단된다. 물-시멘트비 60%의 경우, 재령별로 최대부착하중의 차이가 크게 나타나지 않지만 40%의 경우에는 재령에 따른 최대부착하중이 차이를 보이고 있다. 또한, 물-시멘트비가 낮아질수록 최대슬립량이 감소하는 반면 양생재령에 따른 슬립량에는 그 차이가 미미하다.

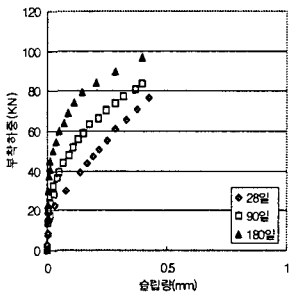


Fig. 3 w/c-40%하중-슬립곡선

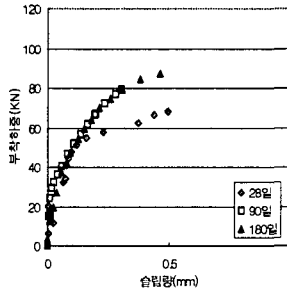


Fig. 4 w/c-50%하중-슬립곡선

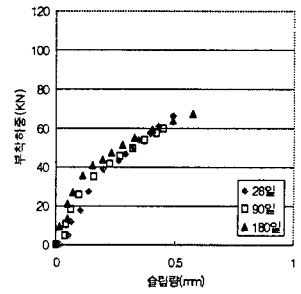


Fig. 5 w/c-60%하중-슬립곡선

### 3.3 혼화재 혼입에 따른 하중-슬립곡선

혼화재 혼입에 따른 하중과 슬립의 관계는 Fig. 6, 7, 및 8에 나타나 있다. 물-시멘트비를 60%로 동일하게 하여 단위시멘트량의 10%를 실리카흄으로 대체한 경우 Fig. 6에서 일반적으로 압축강도가 증가하였으며, Fig. 7, 8에서 나타난 것과 같이 최대부착하중 또한 증가하여 물-시멘트비 40%와 비슷한 수준으로 증진되었다. 이는 혼화재의 혼입으로 인한 콘크리트의 강도증진이 부착력에도 영향을 미쳐 최대부착하중이 증가한 것으로 판단되며, 혼화재 혼입은 콘크리트의 압축강도뿐만 아니라 철근콘크리트의 부착력에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

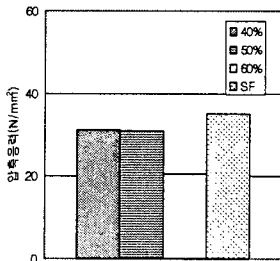


Fig. 6 재령28일에서의  
평균압축응력

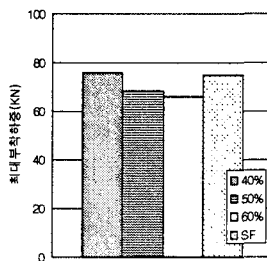


Fig. 7 재령28일에서의  
평균최대 부착하중

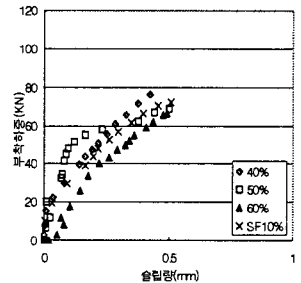


Fig. 8 혼화재 혼입에 따른  
하중-슬립곡선(재령28일)

## 5. 결론

콘크리트 물성에 따른 철근콘크리트의 부착특성을 평가하기 위해 수행된 본 실험의 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 물-시멘트비의 변화를 둔 하중과 슬립의 관계에서 콘크리트의 물-시멘트비가 낮아질수록 최대부착하중은 증가하며, 그때의 슬립량은 다소 줄어드는 것으로 나타났다.
- 2) 재령에 따른 하중과 슬립의 관계에서 재령이 증가할수록 최대부착하중은 증가하는 경향을 보이며, 물-시멘트비가 낮은 고강도일수록 재령에 따른 최대부착하중의 차이가 좀더 크게 나타났다.
- 3) 혼화재 혼입에 따른 하중과 슬립의 관계에서 혼화재 혼입은 철근과 콘크리트 사이의 부착력을 증진시키는 것으로 나타났다.
- 4) 앞으로의 연구에서는 철근과 콘크리트 사이의 부착력에 큰 영향을 미치는 콘크리트 내부 철근의 부식에 따른 부착력 평가가 이루어져야한다.

## 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

## 참고 문헌

1. 전영진, "철근콘크리트 부착응력에 관한 실험적 연구", 건국대, 1991.
2. 민창동, "콘크리트와 이형철근의 종류에 따른 부착응력의 실험적 연구", 동국대, 1978.
3. 김대일, "콘크리트 타설 전과 후에 부식된 철근의 부착특성에 관한 실험적 연구", 대한건설학회논문집, 제18권 11호, pp.55-62, 2002.