

# 인공신경망을 이용한 전단보강 되지 않은 철근콘크리트 보의 전단강도 예측

## Prediction of Shear Strength Using Artificial Neural Networks(ANN) for Reinforced Concrete Beams without Shear Reinforcement

강 주 오\*    조 해 창\*    이 득 행\*    방 용 식\*    갈 경 완\*    김 강 수\*\*  
Kang, Ju Oh    Cho, Hae Chang    Lee, Deuck Hang    Bang, Young Sik    Kal, Kyoung Wan    Kim, Kang Su

### ABSTRACT

There are many theoretical models and proposed equations for shear strength of reinforced concrete(RC) members. Because shear behavior is very complicated due to many influencing parameters, many equations have been empirically formulated and provide very different level of accuracy. ANN, therefore, have been studied by some researchers, as an alternative approach to solve this problem. In previous research, however, the number of data used in ANN analysis often were not sufficient enough to give reliable results. In this study, a database were established, containing a large number of shear test results on RC beams without transverse reinforcement, which was used for ANN analysis. The prediction results by ANN analysis were also compared with ACI 318 shear provision. The result indicates that ANN provides very good level of accuracy in the prediction of RC shear strength with a proper consideration on the effect of primary influencing parameters.

### 요 약

철근콘크리트 부재의 전단거동에 대한 다양한 이론모델들과 제안식이 존재한다. 하지만 전단거동에 대한 메커니즘이 매우 복잡하고 영향을 미치는 요소가 다양하기 때문에, 대다수의 제안식들은 경험식이며 그 예측 정확도도 매우 다르다. 이런 결점의 대안으로 인공신경망이 제안되어 여러 연구자들에 의해 연구되었지만 기존의 연구에서는 인공신경망 분석에 사용된 데이터베이스의 양이 충분하지 못한 문제점이 있었다. 그래서 본 논문에서는 방대한 전단실험 데이터베이스와 인공신경망을 이용하여 전단보강근이 없는 철근콘크리트 보의 전단강도를 예측하고, 그 결과를 ACI 규준식과 비교 분석하였다. 분석 결과 인공신경망은 전단강도에 대한 주요 인자들의 영향을 적절히 반영하여 매우 우수한 예측 정확도를 보여 주었다.

### 1. 서 론

최근 극한강도 설계법에 의한 설계가 많아짐에 따라 보다 정확한 전단강도 예측이 전단설계의 중요한 요소가 되고 있다. 이에 많은 연구자들에 의한 인공신경망을 활용한 연구가 진행되고 있고, 그 정확성 또한 인정을 받고 있다. 본 논문은 가능한 많은 실험데이터를 이용함으로써 구조변수의 제한된 데이터만을 고려하여 발생한 문제점을 극복하고 성공적인 훈련과 결과 값을 도출함으로써 신뢰성이 확보된 인공신경망을 통해 전단보강근이 없는 철근콘크리트 보의 전단강도를 예측, 그 결과를 기존의 제안식과 비교 분석 하였다.

\* 정회원. 서울시립대학교, 콘크리트구조연구실, 석사과정

\*\* 정회원. 서울시립대학교, 건축공학과, 교수

## 2. 인공신경망(Artificial Neural Network)

### 2.1 인공신경망 모델 구축

인공신경망은 인간의 학습능력을 모방한 것으로서 인공 뉴런들의 망으로 구성된 것이다. 본 논문에서는 입력층, 은닉층, 출력층으로 이루어진 다층 신경망 구조(Multi Layer Perceptron, MLP)와 오류역전파 알고리즘(Backpropagation)에 의한 학습방법을 적용 하였다. 이 연구에는 NeuroDimension사의 NeuroSolution v5.06을 사용하였다. 입력층의 변수로는  $d$ (부재의 유효층, mm),  $b_w$ (웹 폭, mm),  $\rho$ (주인장철근비,  $=A_s/b_wd$ ),  $a/d$ (전단경간비),  $f_{ck}$ (콘크리트압축강도, MPa) 으로 설정하였다. 전단실험 데이터는 전단보강이 없는 실험체(554개)에 대하여 학습 데이터(444개), 교차검정용 데이터(55개), 평가용 데이터(55개)로 구분 적용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 전단강도 실험값과 예측값 비교

그림1은 전단보강이 없는 철근콘크리트 보의 전단실험에 의한 전단강도 데이터를 인공신경망에 의한 전단강도 예측 값과 ACI 기준식에 의한 값을 주인장 철근비( $\rho$ )의 변화에 따라 비교하였다. 분석 결과 인공신경망에 의한 예측값이 ACI 기준식에 비하여 상당히 정확한 값을 예측함을 알 수 있었다.

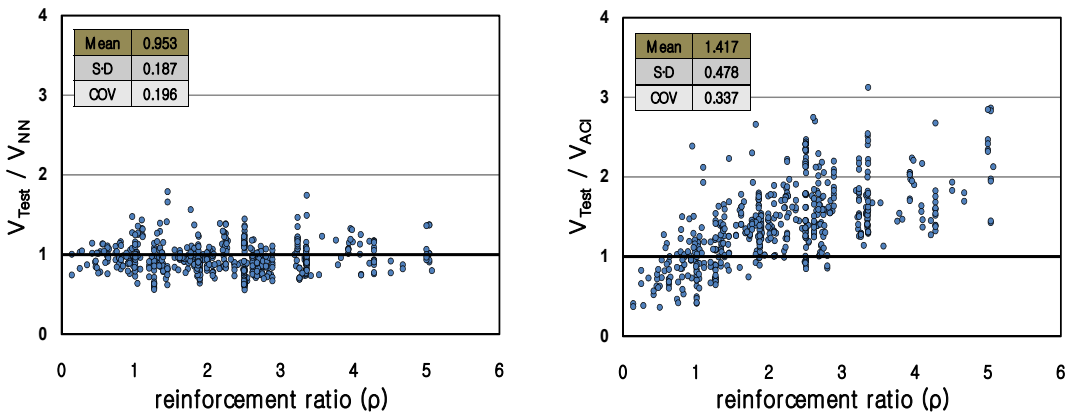


그림1. Strength ratios versus Longitudinal reinforcement ratio,  $\rho$

## 4. 결론

기존 연구자들의 전단실험에 의해 확보된 방대한 데이터베이스를 이용하여 전단보강근이 없는 철근콘크리트 보의 전단강도를 인공신경망에 의해 예측한 결과 전단강도의 영향을 미치는 주요 요소( $d$ ,  $b_w$ ,  $\rho$ ,  $a/d$ ,  $f_{ck}$ )의 변화에 상관없이 높은 예측 정확도를 확인 할 수 있었다.

### 참고문헌

1. Mansour. M. Y, Dicleli. M, Lee. J. Y, Zhagn. J, "Predicting the shear strength of reinforced concrete beams using artificial neural networks", Engineering Structures, V. 26, No. 6, May 2004, pp. 781-799