

## 木造構造物の損傷検出クライテリアの実験的検証

## Experimental verification of criterion for damage detection of timber structure

○ 具典淑・林康裕・鈴木祥之

○ Dianshu Ju, Yasuhiro Hayashi, Yoshiyuki Suzuki

In this study, a criterion for damage detection of timber frame structures is proposed. The criterion is based on the derivative of the strain energy with reference to time. By using this criterion, a neural network approach is developed. The validity of the proposed criterion is verified by the result of the full-scale dynamic experiment. It is found that the damages are accurately detected by the proposed criterion. In addition, the constructed neural network approach using the criterion shows capabilities for damage detection of timber frame structures.

## 1. はじめに

木造軸組において柱の折損は架構全体の耐力低下及び倒壊を招く主要因の一つである。本研究では、木造軸組の柱の折損を検知する損傷同定手法を開発するための損傷同定クライテリアを提案する。さらに、木造軸組の実大振動台実験データに適用して、同定手法の有効性について検討を行う。

## 2. 木造軸組の実大振動台実験

まず、本研究で用いる木造軸組の振動台実験の結果について述べる。試験体は、柱、桁と土台から構成される単位軸組と差鴨居、土塗小壁からなる。入力はBCJ-L2波を用い、一方向加振を行った。最大加速度450Galの加振中に、柱 - 差鴨居接合部付近の柱(図1)全てが折損したのを確認し、実験を終了した。損傷同定には、柱 - 差鴨居接合部直下の柱で計測された縁歪 $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ を用いる(図2)。

## 3. 損傷同定クライテリアの提案

本研究では、柱 - 差鴨居接合部の直下の曲げモーメント $M$ と層間変形角 $R$ の関係に、大きな負勾配が生じた際に柱が折損したと考え、次のような損傷同定クライテリアを提案する。

$$f(\varepsilon_0)=[d(E_{\varepsilon_0})/dt]/E=\varepsilon_0(d\varepsilon_0/dt)< - C \quad (1)$$

ここで、 $\varepsilon_0$ は $(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)/2$ 、 $E$ はヤング係数、 $E_{\varepsilon_0}$ は歪みエネルギー、 $C$ は正の定数である。

損傷同定クライテリアでは、(1)式を用いて歪エネルギーの変化量 $f(\varepsilon_0)$ を算出することによって、柱が折損した場合に、折損部分で負担されていた応力が解放され、歪エネルギーが急激に減少する時刻を同定する。

## 4. 損傷同定結果

本検討では、規準値を $C=3 \times 10^{-5}$ とし、提案したクライテリアにより構築されたニューラルネット



図1 損傷状況

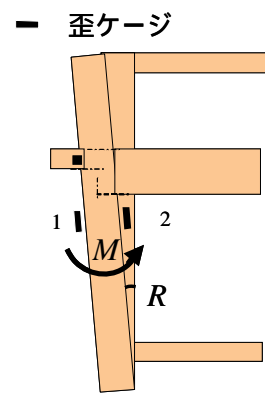


図2 計測方法

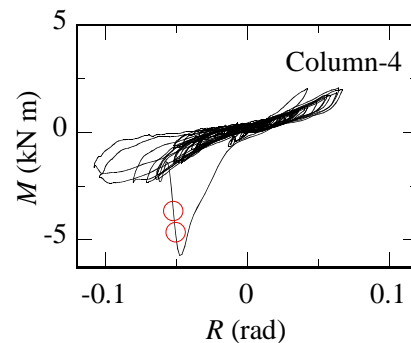


図3 同定結果

ワークを用いて損傷同定を行った。柱4が折損したと同定された時刻を  $M - R$  関係上に示す(図3)。同定した結果、 $M - R$  関係に大きな負勾配が始まった瞬間は同定できていないが、折損した後亀裂が進むことによって大きな負勾配が続いている時刻は同定することができている。

## 5. まとめ

本研究では、木造軸組の柱の折損を検知するための損傷同定クライテリアを提案し、実大振動台実験データに適用した。その結果、提案した損傷クライテリアは適切な規準値を設定することによって柱の折損を同定できる可能性が示された。