

I-213

ハイブリッド実験システムによる引張ボルト継手の解析

武蔵工業大学 正会員 皆川 勝 武蔵工業大学 正会員 西脇威夫

武蔵工業大学 正会員 増田陳紀 武蔵工業大学 学生員 黒田充紀

1. はじめに 本研究は、引張ボルト継手の地震時の非線形挙動を実験的に調べながら、これを有する構造物の地震時挙動を、継手部の非線形性を考慮しつつ数値解析的に解明することが可能なハイブリッド実験システムを開発することを目標とする。研究の第一段階として、本報告では、1自由度のバネ質点系にモデル化した構造系を解析するためのハイブリッド実験システムを開発し、その一応用例として長締め形式の引張ボルト継手の非線形挙動とこれを有する鋼はりの曲げ挙動を同システムによって解析した結果を示す。

2. システムの概要 一自由度のバネ質点系の運動方程式は次式で与えられる。

$$m \ddot{x}_i + c \dot{x}_i + R_i = -m \ddot{y}_i \quad (1)$$

ここで、 x_i 、 $\dot{x}_i$ 、 $\ddot{x}_i$ 、 m 、 c 、 R_i はそれぞれ応答変位、応答速度、応答加速度、質量、減衰係数、復元力である。解析アルゴリズムとしては中央差分法を用いることとし、応答速度および応答加速度は次式のように応答変位によって表わされるものとした¹⁾。

$$\text{応答速度 } \dot{x}_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2 \Delta t} \quad (2) \quad \text{応答加速度 } \ddot{x}_i = \frac{x_{i+1} - 2x_i + x_{i-1}}{2 \Delta t^2} \quad (3)$$

ここで、 Δt は時間間隔である。(2)および(3)式を(1)式に代入して整理すれば、次式が得られ¹⁾、これにより逐次応答変位を求めることができる。

$$\text{応答変位 } x_{i+1} = \frac{2mx_i + \left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2 (c - m) \dot{x}_{i-1} - (\Delta t)^2 (R_i - m \ddot{y}_i)}{m + \left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2 c} \quad (4)$$

応答速度と応答加速度は(1)および(2)式を用いて計算する。

システムの概要を図-1に示す。はじめに、載荷試験から部材の初期剛性を測定する。これを用いて第1ステップの応答をパソコンを用いた数値計算により求める。求められた応答変位値をD/Aコンバータによりアナログ値に変換して試験機制御回路に出力し、応答変位に対応した変位を試験体に生じさせる。この変位に応じて試験体に発生する復元力をロードセルによって検出し、アンプ・A/Dコンバータを介して、計算機に取り込む。この実復元力を用いて次のステップの応答を計算する。これを1回のループとして解析・載荷・測定が繰り返される。なお、中央差分法はSelf-starting ではないので、第1ステップの応答計算のみは線形加速度法により求める。また、計算機から指令された変位が実際に試験体に生じていることを確認するために、変位値はアンプ、A/Dコンバータを通して実測変位として計算機内に取り込み、数値解析から得られる応答変位と比較した。

3. 解析対象と試験体 解析対象は中央部に長締め形式の引張ボルト継手を有するH型断面のSS41製鋼はりである。試験体の形状・寸法を図-2に示す²⁾。使用したボルトはF10T・M20であり、初期軸力として標準ボルト張力（18.2tonf）を導入した。数値解析にあたっては、解析対象を中央に質量が集中したはりともみなし、1自由度のバ

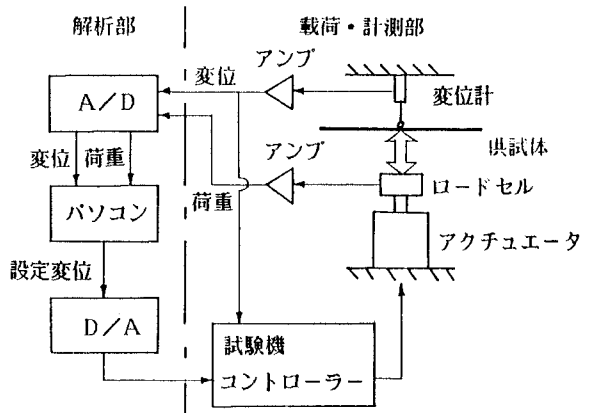


図-1 ハイブリッド実験システム

