

2 自由度立体模型を用いた構造物のヘルスマonitoringに関する研究

金沢大学工学部 ○塚谷義昭 金沢大学大学院 吉川大輔
 金沢大学工学部 正会員 池本敏和 金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝
 金沢大学工学部 正会員 宮島昌克 金沢大学工学部 正会員 村田 晶

1. はじめに

構造物は経年劣化に加え突発的な地震や暴風などによって損傷する。戦後の復興期に建設された多くの構造物が耐用年数を迎える時期にきており、また 1980 年代の高度成長期に建設された膨大な構造物や施設も耐用年数を迎えつつある。こうした状況で、今後構造物に何らかの荷重が加わった場合、構造物にどのような影響を及ぼすかが把握できず、また大きな地震力が作用すれば一気に倒壊に至る可能性もある。しかし、損傷しているかもしれないという可能性だけで、構造物を修繕、改築したり、解体して損傷を検査したりすることは経済的にも厳しく容易には行えない。そこで構造物を解体せずに損傷を判定する非破壊損傷判定技術（ヘルスマonitoring）を用いることが重要となる。

本研究では、2 階建て鉄骨構造物に見立てた 2 自由度系の立体骨組み模型を用い、模型に施した様々な損傷による影響を捉える。

2. 実験概要

図 1 に示す 2 階建ての鉄骨構造物に見立てた 2 自由度系の鋼製模型に損傷の位置や程度の違いによって明確な変化が現れるような損傷を部材に与えた。部材には一般的に用いられる H 型鋼を使用した。また模型には加速度計、ひずみゲージを取り付け、強制入力による自由振動実験と、加振機による強制振動実験を行った。前者は模型の固有振動数の変化を捉え、損傷の有無を知ること、後者はひずみの変化から損傷部材の推定を行うことを目的とする。1 階上部梁、2 階上部梁、土台のそれぞれ x 方向、y 方向の加速度を得るために 6 つの加速度計を、部材上端、下端のひずみを得るために 16 のひずみゲージを取り付け、測定を行う。構造物の損傷の違いによる挙動特性が明確に現れるよう図 2 に示すような部材損傷パターンを以下のように設定する。なお損傷は、いずれも左手前柱に与えるものとする。

実験パターンは次の 5 パターンとする。

- | | |
|---------------|--------------|
| I. 損傷なし | IV. 1F 柱部分破断 |
| II. 2F 柱部分破断 | V. 1F 柱完全破断 |
| III. 2F 柱完全破断 | |

3. 実験結果と考察

(1) 固有振動数の変化

自由振動実験で得られた各実験ケースでの模型の固有振動数の変化を表 1 に示す。表に示すように、パターン I

(損傷なし) に比べ、完全破断であるパターン III, V は固有振動数が減少していることがわかる。しかし部分破

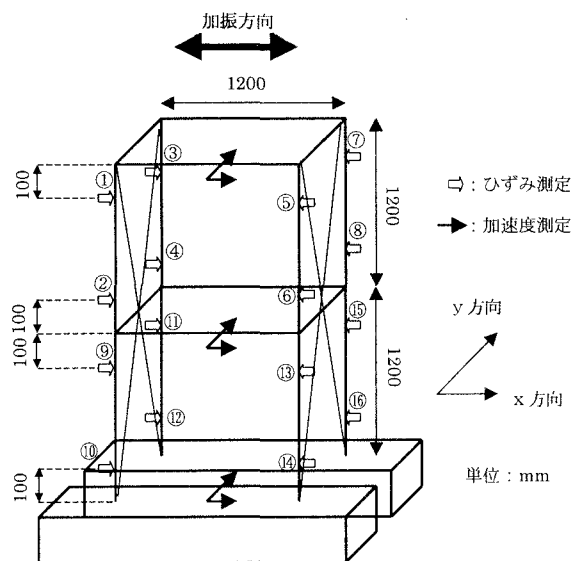


図 1 実験模型

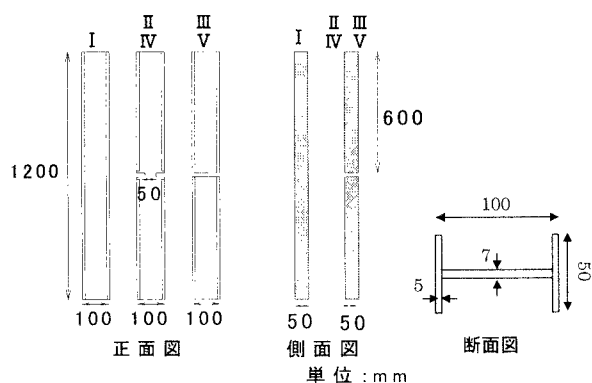


図 2 部材損傷パターン

断であるパターンⅡ、Ⅳに関してはほとんど変化が見られなかった。これは、模型の強度に比べ、部分破断程度の損傷では模型の固有振動数に変化を与える影響が出なかったためと考えられる。ゆえに、固有振動数の変化から捉えられるのは完全破断などはっきりとした損傷の有無であり、小さい損傷は捉えられないといえる。また、損傷階層においては、今回の実験で2Fより1Fに損傷を受けている場合のほうが固有振動数の減少が大きかった。しかし、この結果を根拠に損傷階層を決定することは難しいと考えられる。損傷階層、損傷部材の推定には、別のデータが必要となる。

(2) 最大ひずみ比の変化

加振機による強制振動で得られた各部材のひずみデータ 16 点に対し、ひずみデータを加振方向と水平な方向で 1 対とし、それぞれ比を求めることで 8 個の最大ひずみ比を算出した。すると、損傷状態における違いが現れた。その結果を図 3 に示す。図の x 軸の数字は、図 1 の模型図のひずみ計の数字と一致している。図に示すように、損傷がない場合には左右のひずみにあまり差がないためにひずみ比は 1 に近い値を示すが、損傷を受けている場合には最大ひずみ比が大きく増加する箇所が見られる。完全破断においては、ひずみ計⑥と、それと対になっている②の最大ひずみ比が 2.8 と 1 を大きく上回っているように、パターンⅢ、Ⅴともに損傷を受けている部材のひずみ比が明らかに大きくなっている。また、損傷を受けている周りはひずみが小さくなる傾向となる。以上のことから②のひずみ計が設置してある部材に損傷があると判断できる。しかし、部分破断の場合はひずみ比の大きくなる箇所が損傷と関係ない箇所（特に⑦/③）になっている。この理由についてははっきりとした原因は現段階ではわからないが、損傷部材の取替え時に模型自体にひずみが生じたため、左右のひずみに違いが生まれた実験時の誤差によるものではないかと考えられる。今後加振機で模型がもう少し振動するように工夫し、再度実験を行ってその原因を明らかにする必要がある。以上のような問題はあるものの、今回の実験からは、完全破断モデルに対しヘルスマonitoringが可能であることを明らかにした。

4. まとめ

今回は、2 階建鉄骨構造物模型を用いてのヘルスマonitoringを試みた。その際、完全破断において、左右の最大ひずみ比から損傷部材の特定ができることが分かった。部分破断については、損傷を特定できるような特徴は見られなかった。そこで今後同じ実験をもう 1 度行い原因を突き止める必要がある。また、部分破断に加え新しい損傷パターン（接合部の損傷など）においての実験を行い、ヘルスマonitoringが可能かどうかを検証していく予定である。

参考文献

吉川大輔：2 自由度系を用いた構造物のヘルスマonitoringに関する研究, 金沢大学学士学位論文, 2001. 3

表 1 固有振動数の変化

パターン	1F	2F
Ⅰ	9.0	9.0
Ⅱ	8.9	8.9
Ⅲ	7.9	7.9
Ⅳ	9.0	9.0
Ⅴ	8.2	8.2

単位：Hz

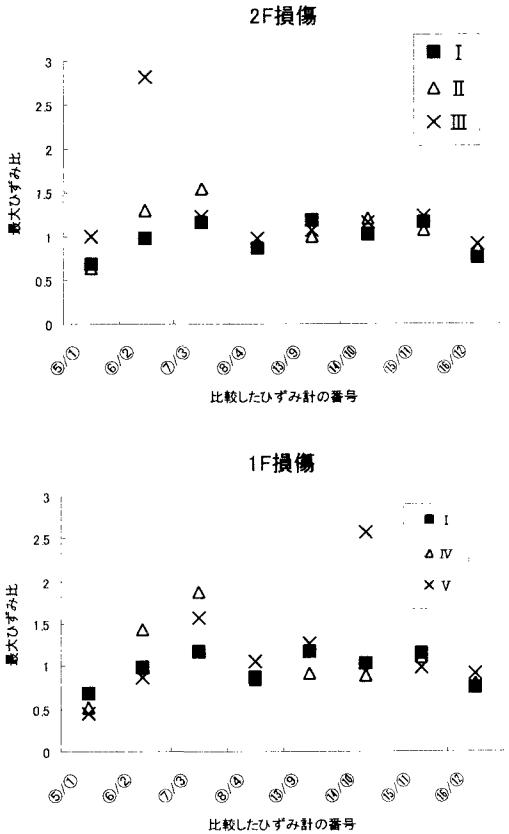


図 3 損傷パターンにおける最大ひずみ比の変化