

体育館を対象とした継続使用性判断に向けた計測

白井 佑樹* 島崎 和司**

Strain measurement for determining the continued usability of a gymnasium

Yuki SHIRAI* Kazushi SHIMAZAKI**

1. 緒言

神奈川県横浜市内市立小学校等に設置された体育館の多くは、地震や台風等の災害時に避難所として機能する。地震時に避難所は、自宅が被災した住民にとっての避難中の生活空間となるだけでなく、地域の物資的拠点として、一時的なものでなく継続して機能することが求められる。そのため地震本震だけでなく、余震経験後も避難所として継続使用できるかどうかを被災区分判定に基づいて適切に判断することが重要となる。

既往研究[1]において、実在の鉄骨造体育館を対象としたひずみ計測を行い、桁行方向の鉛直ブレースの地震時挙動について検証した結果、対称配置となっているブレースが正負交番で応答していることなどを確認した。

本研究テーマの最終課題である継続使用性判断のために、健全時と損傷時の違いを指標とする手法を検討している。ここでの健全時とは、構造設計で長期荷重相当時で期待される応力状態にあると言える。しかし実際の建築物では、部材の接合部において構造設計ではピンとしていても剛接合に近い場合や、非構造部材の影響などにより、構造設計とは大きく異なる応力状態である可能性があることが指摘されている[2]。

そこで本稿では、小地震時の梁間方向の柱、梁および頼杖の応力分布求め、1次設計で仮定している応力分布との違いについて考察する。

2. 鉄骨造体育館の観測概要

2-1. 建物概要

計測対象は神奈川県横浜市内の市立小学校体育館である。図1に計測対象建物の骨組全体概要を示す。体育館は基礎が鉄筋コンクリート造、上部構造が鉄骨造であり、桁行方向はブレース構造、梁間方向は山形ラーメン構造である。1977年に竣工し、1996年頃の耐震補強工事によって、梁間方向の柱梁接合部への方杖、および桁行方向への補強ブレースとして円形鋼管 Φ -101.6 \times 4.2、 Φ -114.3 \times 4.5の増設が行われている。

2-2. 計測システム

図2に加速度計測ユニットとひずみ計測ユニットを示す。加速度

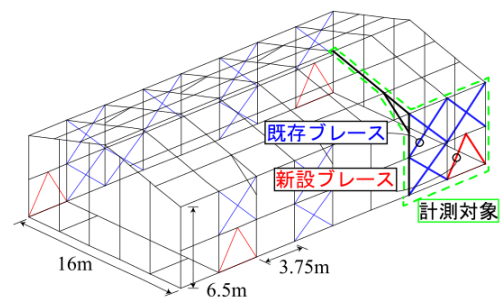
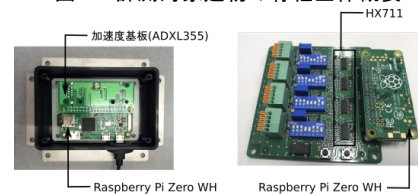


図1 計測対象建物の骨組全体概要



(a) 加速度計測ユニット (b) ひずみ計測ユニット

図2 計測ユニット概要

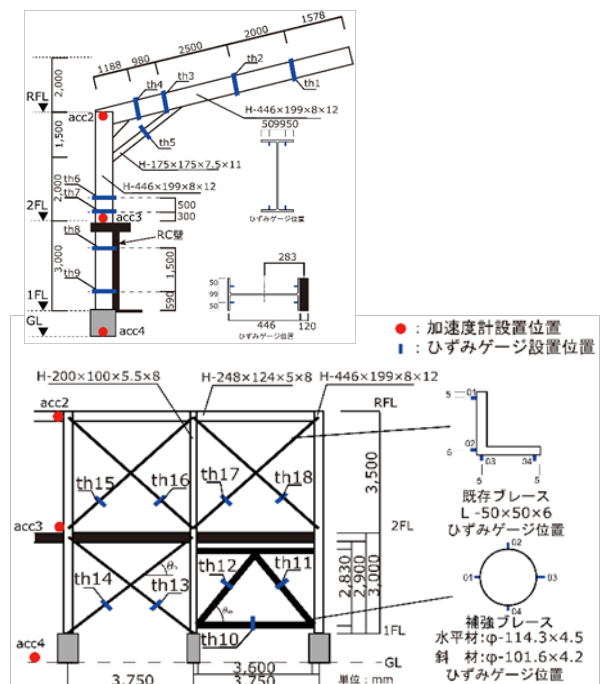


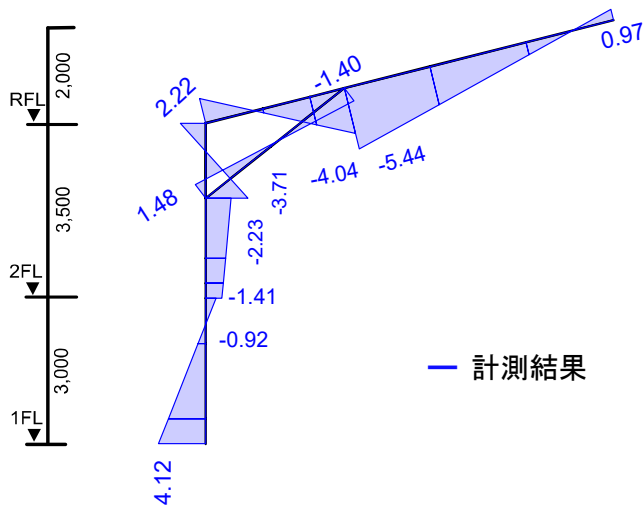
図3 計測位置

*助教 建築学部建築学科

Assistant Professor, Dept. of Architecture and Building Engineering

**教授 建築学部建築学科

Professor, Dept. of Architecture and Building Engineering



(a) 曲げモーメント分布(単位:kNm/mm)

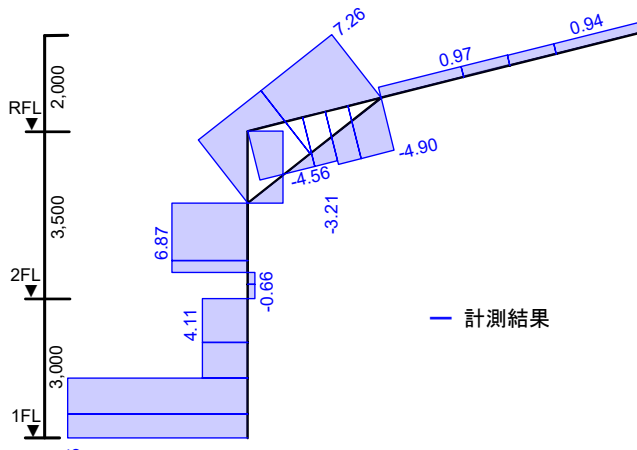


図5 計測対象の詳細写真

(b) 軸力分布(単位:N/mm)

図4 水平変位1mmあたりの応力分布

計測ユニットは、MEMS 加速度センサ ADXL355 を取り付けた基板を Raspberry Pi Zero WH に SPI により接続している。今回の計測では、データ取得の安定性と適切なサンプリング周波数の範囲から、サンプリング周波数を 125Hz、計測レンジを $\pm 2.0G$ とした。

2-3. 計測位置

図3に梁間方向、桁行方向の計測位置を示す。梁間方向は柱頭2箇所、キャットウォーク位置に1箇所、柱脚基礎に1箇所の計4箇所に加速度計を1台ずつ設置し、柱4断面、梁4断面、方杖1断面の計9断面に半導体ひずみゲージ(共和電業製, KSNB-2-120-E4-11)を貼付した。ひずみゲージは、軸力および曲げモーメントが計測できるように、各断面のH形鋼フランジの内側に計4枚ずつ貼付している。なお、柱と間柱は桁行方向が弱軸となっている。また、補強ブレース、既存ブレースともに柱のフランジにピン接合されている。

3. 計測結果

図4に2023年3月15日6時5分ごろに発生した地震記録を用いて算出した、RFLにおける水平変位で除した応力分布を示す。なお、対象建物最寄りの気象庁発表の震度階級は1であり、RFLにおける水平変位は0.1mm程度であった。(a)は曲げモーメント分布、(b)



図5 計測対象の詳細写真

は軸力図である。ここで、曲げモーメント分布は、計測断面間あるいは計測断面から部材端の曲げモーメント分布が線形であると仮定し、線形補間によって部材全長にわたって曲げモーメントを計算した。また、柱梁接合部の曲げモーメントは連続するものと仮定した。図5には、計測対象の詳細写真を示す。

図4より、架構の頭頂の曲げモーメントは零に近く、対称性があることがわかる。一方、写真5に示すような柱脚は一般的にはピンとして構造設計されているが、小地震では大きなモーメントを負担していた。このことは、これまでの研究でも指摘されていることであるが[2]、具体的な数値として得られた意義は大きいと考える。非構造部材として、2FLにはキャットウォークとしてコンクリートスラブがあるが、曲げモーメント負担は小さいことがわかる一方、軸力が大きく変動しており、柱とキャットウォークの接合詳細について確認する必要がある。頬杖の曲げモーメントは小さく、大きな軸力が作用していた。この接合部は比較的ピンとして機能していることがわかる。

4. 結語

建築物の継続使用性判断を加速度やひずみにおいて、健全時との比較による手法とする場合に重要となる、接合部や非構造部材の影響について、実計測結果を用いて検討した。その結果、一般的な構造設計の仮定とは異なる応力状態を確認した。

参考文献

- [1] 涌井将貴, 白井佑樹, 伊山潤, 鉄骨造体育館のひずみ計測に基づく地震時のブレース挙動, 鋼構造年次論文報告集, 29, 226-231 (2021.11).
- [2] 山田哲, 島田侑子, 戸松一輝, 白井佑樹, 松本由香, 長谷川隆, 向井智久, 竹内徹, 繰り返し荷重を受ける鉄骨置き屋根定着部の実験 鉄骨置き屋根定着部に関する研究 その1, 日本建築学会構造系論文集, 79(705), pp.1687-1697 (2014.11).