

日本大震災で大破したRC造学校建物の壁抜け柱に関する検討 (地震時作用軸力と軸力負担能力の推定)

加藤 大介

1. はじめに

2011年東日本大震災では、福島県本宮市のM中学校の隣接する2棟のRC造校舎（南校舎・北校舎）がそれぞれ大きな被害を受けている。その構造的な特徴は、南校舎には1階のみに壁が存在しない典型的な壁抜け柱が存在すること、北校舎には壁抜け柱の他に袖壁が多数存在することである。被害は南校舎が1階の壁抜け柱に大きな軸変形を伴う損傷を受けた大破であった（写真1 (a)）。一方、北校舎は袖壁を含む多くの柱がせん断破壊し大破と判定されたが、壁抜け柱には大きな損傷が見られなかった（写真1 (b)）。筆者らは既に南校舎の壁抜け柱の被害の原因を検討し、地震時に柱に作用する軸力がその柱の軸力負担能力を超えていたことが原因であると推測した。本報告では、同様の手法により、北校舎の壁抜け柱の軸力負担能力と地震時作用軸力を推定し、南校舎と北校舎の壁抜け柱の被害の差を検討した。

2. 南校舎と北校舎の比較

北校舎の柱と大きく損傷を受けた南校舎の2A柱との比較を行う。北校舎で対象としたのは袖壁の無い13H柱と19H柱とした。図-1には、北校舎の各方向各層の静加力解析結果と地震応答点を示す。比較するにあたって軸力負担指標という指標を設定する。軸力負担指標とは、地震応答時の柱の最大応答部材角時の軸力負担能力に対する作用軸力の比である。すなわち、1以上だとその柱は軸負担能力を喪失していることを意味する指標である。図-2に地震動の大きさと軸力負担指標との関係を示す。

南校舎2A柱と北校舎13H柱を比較すると、地震波倍率1.0倍で、南校舎壁抜け柱は、1.0を超えていて軸負担能力を喪失していることがわかる。北校舎壁抜け柱は、ぎりぎりを超えていなく、軸負担能力を喪失していないことが分かる。また、軸力負担指標の値が、全体的に北校舎より南校舎のほうが大きいことが分かる。一方、北校舎19H柱は南校舎2A柱と同程度の挙動となった。すなわち、地震時に作用した軸力の軸力負担能力喪失時の軸力に対する比は、明快ではなかったが、北校舎の方が小さい傾向にあり、地震被害を説明できる可能性が示された。

この主な理由は、北校舎の柱の場合は付加軸力は耐震診断基準で評価される程度の軸力が作用したが、柱の変形量が小さく、その軸力では軸崩壊するまでに至らなかったためと考えられる。すなわち、北校舎の桁行方向の応答変形が南校舎より小さめであったことが理由と解釈できる。

3. 結論

- (1) 北校舎の壁抜け柱は大きな損傷を受けていなかったが、地震波の倍率を1.0倍とした地震応答解析の2,3階の応答変位から推定した柱への作用軸力と、既に提案している柱の軸力負担能力喪失時の部

材角計算値，より説明できた。すなわち，壁抜け柱の地震応答層間変形角が，作用した推定軸力から評価される軸力負担能力喪失点より小さかった。

(2) 北校舎の柱の挙動を壁抜け柱が大きな損傷を受けた南校舎と地震動の大きさを変化させてパラメトリックに比較した結果，地震時に作用した軸力の軸力負担能力喪失時の軸力に対する比は，明快ではなかったが，北校舎の方が小さい傾向にあり，地震被害を説明できる可能性が示された。この主な理由は，北校舎の桁行方向の応答変形が南校舎より小さめであったことが理由と解釈できる。

(3) 本検討では，建物の終局強度は耐震診断の結果を用いている。北校舎の場合，袖壁付き柱が多数存在しているが，この耐震診断では袖壁に存在する小開口のために耐力に寄与していないケースもある。そのために耐震診断ではその強度を過小評価している可能性もあり，それらを考慮すれば南校舎との関係がより明快になる可能性もあり，今後の検討課題である。



(a) 南校舎



(b) 北校舎

写真1 1階の壁抜け柱

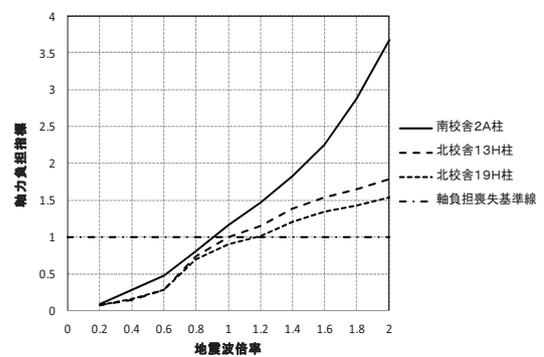


図-2 「地震動の大きさ」と「地震時に作用した軸力の軸力負担能力喪失時の軸力に対する比」の関係

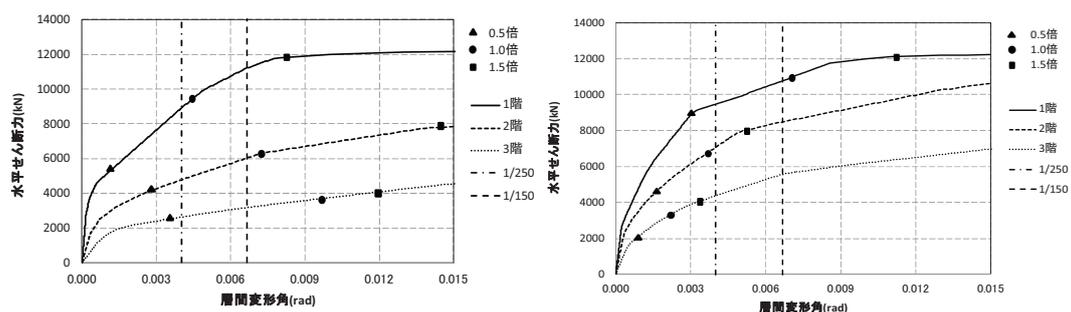


図-1 北校舎の各方向各層の静加力解析結果と地震応答点