

鉄骨ブレースで補強された鉄筋コンクリート骨組の全体曲げ破壊に関する解析研究

正会員 ○福島 智祐*1
同 北山 和宏*2
同 李 康寧*3

1. 研究の背景・目的

当報告は、鉄骨ブレースによって耐震補強された RC 骨組の合理的耐震性能評価を目的として、架構が水平力を受けた際に補強鉄骨材に先がけて既存 RC 柱が引張降伏または圧縮破壊する破壊形式（以降 TYPEⅢ破壊）の破壊性状及び耐力を静的漸増載荷解析によって考察・検討したものである。

2. 解析モデルと解析方法

解析には、非線形骨組解析プログラム「CANNY-E」[2]を用いた。3層5スパンの実建物をモデル化し、3連層の鉄骨ブレース架構のうち1層部分を取り出して(図1)、水平力を漸増載荷した。各部材の配筋、(図2)初期荷重をもとのフレーム架構と同じとし、基礎を固定としてモデル化を行った(図3)。柱及び梁を剛域を持つ線材に置換し、剛域の長さは柱梁接合部に加えモルタルが充填された間接接合部までとした。各部材の破壊性状に見合うように、弾塑性バネを組み込んだ。特に柱においては、断面における主筋の降伏状況を把握する為に MS モデルを用いた。材料強度はコンクリート 210kg/cm²、鉄筋 2400kg/cm² 鉄骨材 3000kg/cm²とした。

このモデルに対して、文献[1]（以降改修指針）に従い各破壊耐力を計算したところ、TYPEⅢ破壊を起こす事が判った。この時の耐力は、

$$Mu = at \cdot \sigma_y \cdot lw + 0.5N \cdot lw$$

Mu : TYPEⅢ破壊限界モーメント

at : 引張側柱全主筋断面積

lw : 両側柱中心間距離

N : 柱の軸力の総和 より、求めた。

架構が水平力を受けた際、片側の RC 柱が軸方向引張力を受ける。この時、鉄骨フレーム縦枠も同時に抵抗する為、TYPEⅢ耐力はこの両者の寄与によって決まる。しかし、図5に示すように、既存の RC 柱梁と鉄骨材の間にはモルタルが充填された間接接合部が存在し、この破壊耐力は一概に計る事ができない。そこで、既存 RC 柱梁と鉄骨フレーム枠を一体と考えた解析モデル A と鉛直引張軸力に既存 RC 柱の

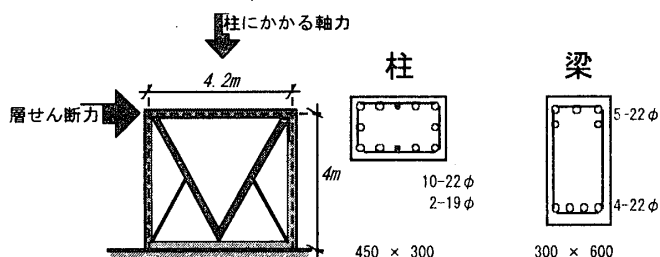


図1. 対象建物

図2. 配筋図

補強鉄骨材の寸法 H-200×200×8×12

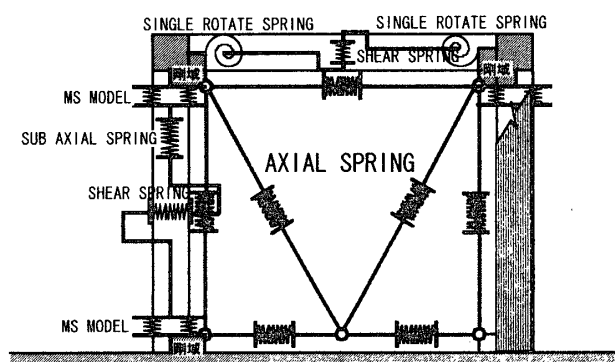


図3. 解析用架構データ

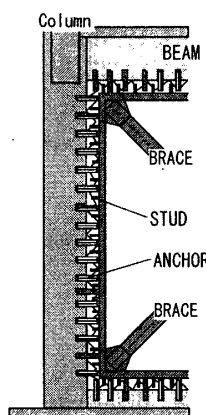


図4. 鉄骨ブレース架構間接接合部

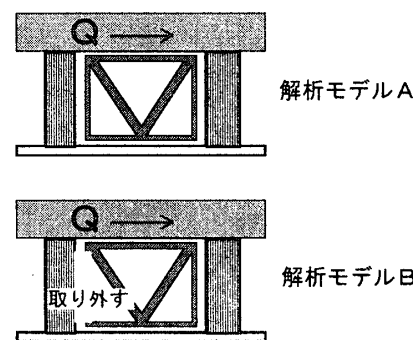


図5. 解析モデル模式図

み抵抗すると考え鉛直鉄骨材の引張側のみ取り払ったモデルBの解析を行い、比較検討した。

3. 解析結果

改修指針が定める TYPEⅢ破壊耐力の略算式を用い計算された終局モーメントは 4790.7KN・m、この時の層せん断力は 1197.7KN である。二つのモデルの漸増解析における層せん断力と層間変形角の関係を図 6 に示す。

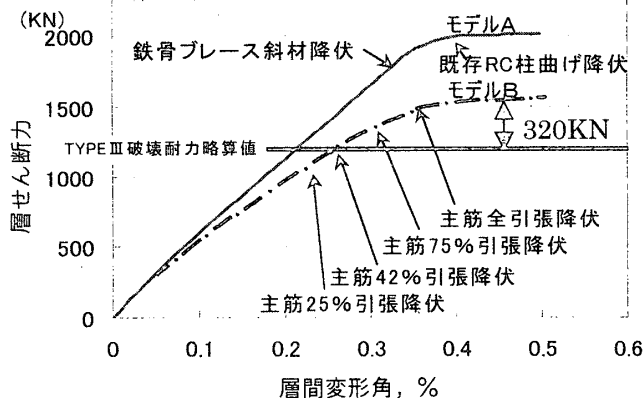


図 6. 層せん断力-層間変形角関係

解析による終局耐力を表 1 に示す。モデルAは、鉄骨ブレース斜材が既存 RC 柱よりも先に降伏し既存 RC 柱の曲げ降伏で終局耐力に至った。モデルBでは引張側既存 RC 柱の主筋が降伏して終局耐力に至る TYPEⅢ破壊で、モデルAよりも耐力が低くなった。但し、改修指針による TYPEⅢ破壊耐力時には、引張側既存 RC 柱の主筋は 42%しか降伏せず、せん断力は以後上昇した。つまり、改修指針による略算値は安全にとり過ぎている。解析結果とのこの差は圧縮側の RC 柱にあると考え、モデルBの圧縮側柱脚曲げモーメントと変形角の関係を図 7 に示す。

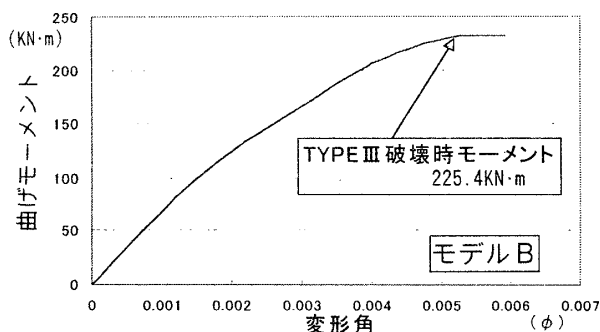


図 7. 圧縮柱、曲げモーメント-変形角関係

圧縮側柱脚の曲げモーメントが、変動軸力下での曲げ耐力に達した時に TYPEⅢ破壊を起こした。実際の架構の保有水平耐力及び履歴はモデルAとモデル

Bの間に入ると考えられるが、タイプBの終局時耐力で改修指針の TYPEⅢ破壊耐力に圧縮側柱脚の曲げ耐力を加えた値と略一致する事が判った。

4. 考察

改修指針の定める TYPEⅢ破壊耐力の略算式は、補強鉄骨縦材の応力負担分を考慮していない為、安全側の評価を与える。しかし、間接接合部の強度を精確に求める事は困難なので、安易な推測でこれに加えるのは危険側の評価となる。そこで、モデルBの解析より推定される保有水平耐力から、以下の略算式を提案する。

TYPEⅢ破壊時の終局モーメント

$$= \text{改修指針の定める TYPEⅢ破壊耐力} + M_{uc}$$

ここで、 M_{uc} は圧縮側柱脚の曲げ耐力 (図 8) で変動軸力を考慮すべきであるが、長期軸力だけで計算しても安全側をとる為に差し支えない。

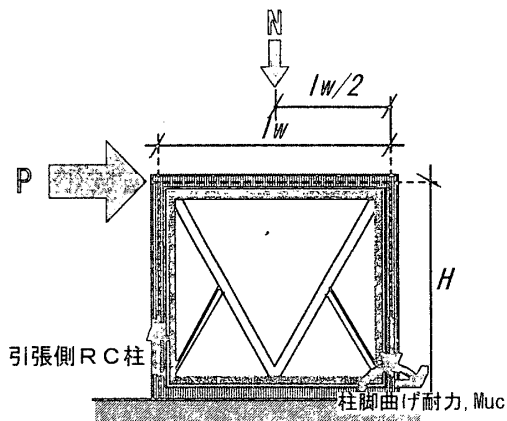


図 8. 架構応力図

5. まとめ

鉄骨ブレースを組込んだ1層1スパン RC 骨組の静的骨組解析を行い、TYPE

Ⅲ破壊時の耐力を検討した。引張側の鉄骨縦材が全て有効とすると TYPEⅢ破壊の前にブレース斜材が降伏して耐力が決まった。鉄骨縦材を無視した場合、TYPEⅢ破壊を生じたが、改修指針による強度よりも 28%大きい耐力となった。改修指針による強度に圧縮側柱の曲げ耐力を加算する事によって TYPEⅢ破壊時の耐力を評価できた。

参考文献

- [1] (財) 日本建築防災協会編：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説、1990
- [2] Three-Dimension Nonlinear Dynamic Structural Analysis Computer Pro.

表 1. 解析による終局耐力

	終局せん断耐力(KN)
耐震補強前のラーメン架構	273
モデルA	1987
モデルB	1522

*1 イー・ピー・エス株式会社

*1 Information Technology Dept. 1, EPS Co., Ltd.

*2 東京都立大学・助教授・工博

*2 Associate Prof. Graduate School of Eng, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng

*3 理化学研究所・工博

*3 Earthquake Disaster Mitigation, Dr. Eng.