

キーエレメント指標に基づいた発破解体計画手法
その2. 建物の階高-スパン比が崩壊挙動に与える影響について

正会員
同

○磯部 大吾郎*1
荻野 朋哉*2

キーエレメント指標 発破解体計画 階高-スパン比
崩壊挙動

1. 緒言

建物の発破解体工法は、定量的な判断基準がないために経験やノウハウに大きく依存し、欧米に比べ設計強度の高い日本の建物に単純には適用できない。そこで本研究室では、発破解体の定量的な判断基準を設けることを目的とし、建物の構造上重要な柱部材を探索できるキーエレメント指標に基づいた発破解体計画手法を開発している。前報¹⁾ではその概要について説明し、指標値を使った計画例を紹介した。本稿では、モデルの階高-スパン比を変化させ、発破解体時の崩壊挙動に与える影響について調べた結果を報告する。

2. キーエレメント指標を用いた発破解体計画

健全な建物の全接合部に対し、鉛直方向へ均等に荷重増分を加え、建物最下層部いずれかの柱部材に降伏現象が起きた瞬間の荷重を降伏限界荷重 P_G として求め、健全な建物に対しては ${}_0P_G$ と表し、任意の最下層柱部材 m を除去した場合の降伏限界荷重を ${}_1P_G$ と表す。このときの降伏限界荷重の比を以下のようにキーエレメント指標 KI として定義する。

$${}_1^0KI_m = {}_0P_G / {}_1P_G \quad (m: \text{柱番号}) \quad (1)$$

同様に、 $n-1$ 本の柱が既に選択・除去された後の、第 n 次判定のキーエレメント指標は以下のように定義できる。

$${}_n^0KI_m = {}_0P_G / {}_nP_G \quad (m: \text{柱番号}) \quad (2)$$

本稿では、キーエレメント指標が最大となる柱部材、すなわち建物の全体強度に対する寄与度の高い柱部材から選び、選ばれた柱部材を同時に発破する方法で解体計画を行う。

図-1に示すような階高-スパン比 s/h の異なる3層3スパンモデルに対し、(2)式を用いて発破解体計画を行った。柱にはSM490鋼材を用いたBOX鋼、梁にはSS400鋼材を用いたH鋼を使用し、想定床荷重 $400 \text{ [kgf/m}^2\text{]}$ のもとで最下層柱の設計軸力比が0.3以下になるように設計した。

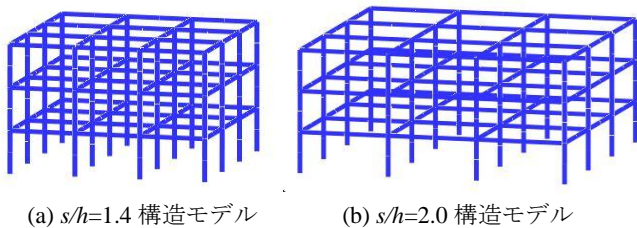


図-1 3層3スパンモデル

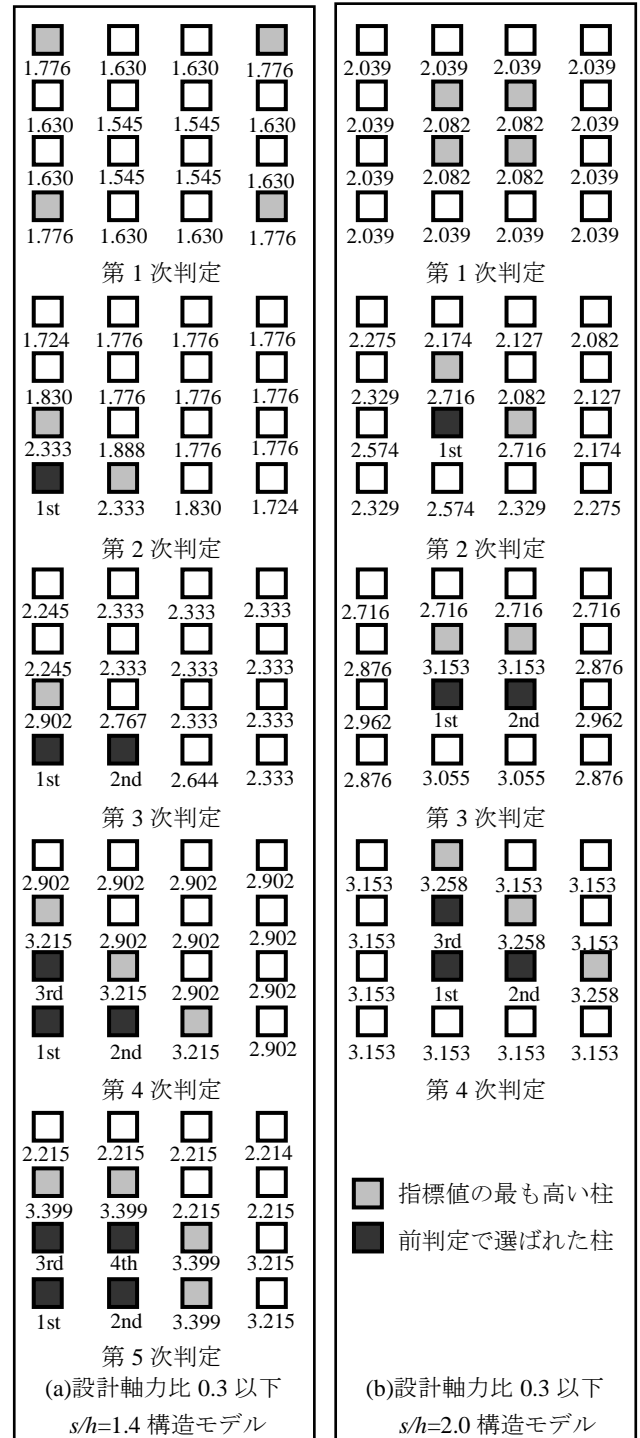


図-2 判定結果

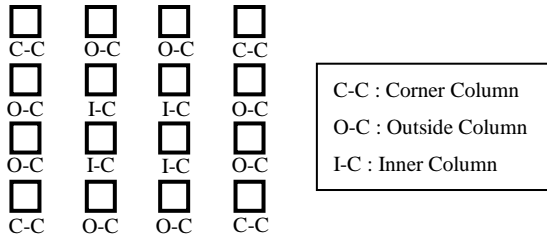


図-3 最下層柱部材の分類

計算された KI の最大値が同値となった場合は、柱ごとの KI の累積値が大きい方を優先的に選択することとした。キーエレメント指標の累積値は、次式のように求められる。

$$\sum KI_m = ({}^0KI_m + {}^1KI_m + \dots + {}^nKI_m) \quad (m: \text{柱番号}) \quad (3)$$

この累積値を用いることで、その判定までに計算された KI 値の差異を考慮することができる。ただし、第 1 次判定では左下の柱 1 本を選択することとした。

図-2(a)に $s/h=1.4$ 構造モデルの判定結果を、図-2(b)に $s/h=2.0$ 構造モデルの判定結果を示す。階高-スパン比 s/h が小さい場合には外側の柱が集中的に選択され横方向へ倒壊する傾向が、大きい場合には内側の柱が集中的に選択され中央方向へ倒壊する傾向が見られた。

3. 階高-スパン比が崩壊挙動に与える影響

次に、階高-スパン比の大きさ、軸力比の大きさによって崩壊方向がどのように変化するか調査した。最下層柱部材を図-3 に示すように分類する。設計軸力比の異なるモデルに対して階高-スパン比を変化させた際の、それぞれの柱の第 1 次判定時における KI 値の分布を調べた結果を図-4 に示す。どの設計軸力比の場合でも、I-C の KI 値が一番大きくなった際に、横方向への崩壊から中央方向への崩壊に挙動が転じた。また、

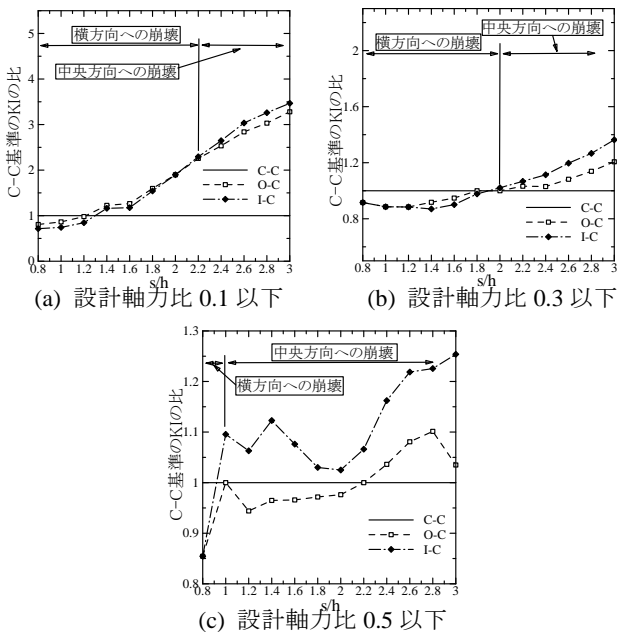


図-4 s/h と第 1 次判定時の KI との関係

s/h の値が大きいと中央方向への崩壊が起きやすい。一方、設計軸力比が小さい場合には s/h の値によらず横方向への崩壊が起りやすく、大きい場合には s/h の値によらず中央方向への崩壊が起きやすい傾向があることが分かった。

続いて、発破解体計画により選択された柱全ての KI の積算値と崩壊形態との関係を調べた。第 n 次判定までの積算値は以下のように計算される。

$$\sum KI = ({}^0KI_{m_1} + {}^1KI_{m_2} + \dots + {}^nKI_{m_n}) \quad (4)$$

(m_n : 第 n 次判定で選ばれた柱の番号)

建物の上層部が地上まで完全に崩落したものを全体崩壊(TC: Total Collapse)、完全な崩壊に至らないものを部分崩壊(PC: Partial Collapse)、それ以外を崩壊なし(NC: Non Collapse)と定義する。PC, NC は建物が不安定な状態で残るため、発破解体としては好ましくない形態である。

図-5 に示すように、設計軸力比が十分に大きいと s/h 値によらずに TC が起こる領域が存在する。また、崩壊を引き起こすためには、設計軸力比が小さい場合には大きな KI 積算値が必要であり、設計軸力比が大きい場合には小さな KI 積算値で十分であった。さらに、 s/h 値が大きいと KI 積算値が小さくても崩壊に至っている場合が多いことが分かった。

4. 結言

発破解体の際の崩壊挙動は、建物の階高-スパン比だけでなく、設計軸力比による影響も大きい。ただ、いずれもキーエレメント指標値による整理は可能である。

参考文献

- 磯部, 勝: キーエレメント指標に基づいた発破解体計画手法, 建築学会 2011 年度大会講演梗概集 B-1, (2011), pp.225-226.

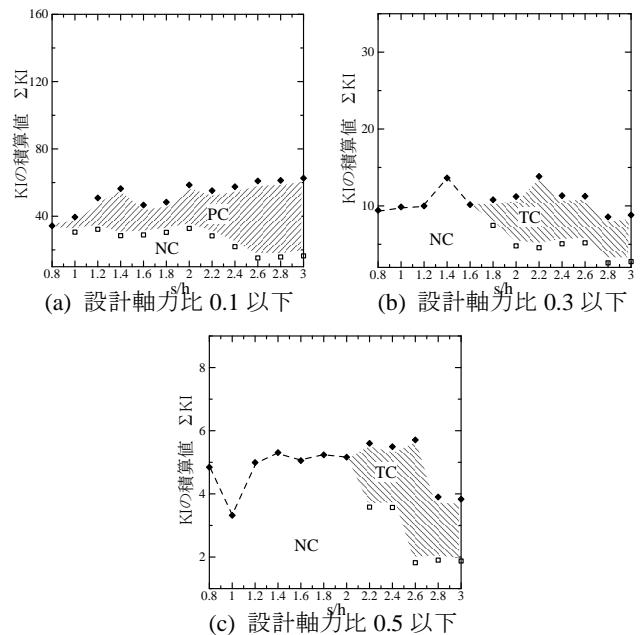


図-5 KI の積算値と崩壊形態との関係

*1: 筑波大学准教授 博 (工)

*2: 筑波大学大学院システム情報工学研究科 大学院生

*1: Division of Eng. Mech. and Energy, Univ. of Tsukuba, Dr. Eng.

*2: Graduate Student, Univ. of Tsukuba