

キーエレメント指標に基づいた発破解体計画手法  
その3. キーエレメント指標の積算値と崩壊下限値との関係

正会員 磯部 大吾郎\*1

キーエレメント指標 発破解体計画 階高-スパン比  
崩壊下限値

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（以下  $KI$ ）に基づいた発破解体計画手法を開発している<sup>1)2)</sup>。本稿では、モデルの階高-スパン比や発破柱部材の選定方法が異なる場合の、 $KI$  値と発破解体における崩壊下限値との関係を調べた結果について報告する。

2.  $KI$  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、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<sup>1)</sup>。

$${}_1KI_m = {}_0P_G / {}_1P_G \quad (m: \text{柱番号}) \quad (1)$$

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

$${}_nKI_m = {}_0P_G / {}_nP_G \quad (m: \text{柱番号}) \quad (2)$$

本稿では、以下の2種類の発破解体計画を実施した。すなわち、構造物の全体強度に寄与度の高い ( $KI$  が最大となる) 柱部材を1本ずつ選定（ただし複数本が同値の場合は左下の柱を恣意的に選定）し、選ばれた柱部材を同時に発破する単発方式の発破解体計画、および先に  $KI$  が最小となる柱部材を任意の本数発破しておくことで構造の強度を低下させ、後に  $KI$  の大きな柱を1本ずつ選定して同時に発破し、確実な崩壊を目指す段階方式の発破解体計画である。段階方式の発破解体計画の2回目の発破では、 $KI$  の小さな柱を除去した状態での柱の選定となるために、その状態での構造を考慮して以下の式を用いる。

$${}_n^lKI_m = {}_lP_G / {}_nP_G \quad (m: \text{柱番号}) \quad (3)$$

$l$  は  $KI$  の小さな柱を選定した際の最終選定次数である。

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)、(3)式を用いて発破解体計画を行った。柱にはSM490の鋼材を用いたBOX鋼、梁にはSS400の鋼材を用いたH鋼を使用し、想定床荷重  $400 \text{ [kgf/m}^2\text{]}$  の下で最下層柱の軸力比が0.15以下になるように設計した。

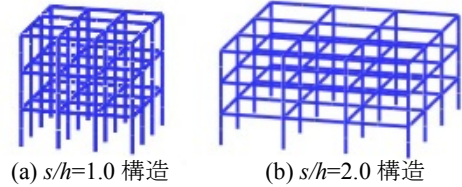


図-1 3層3スパンモデル

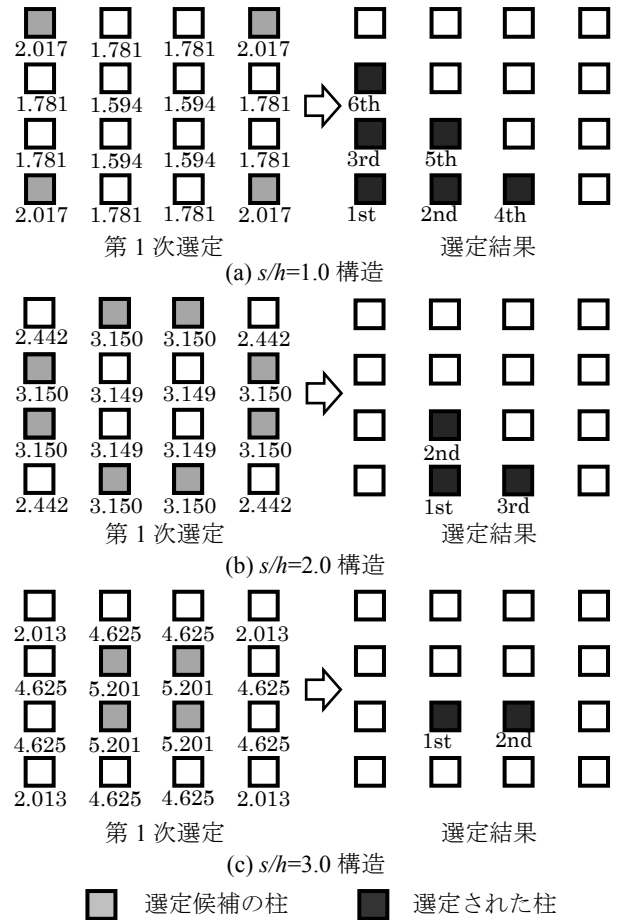
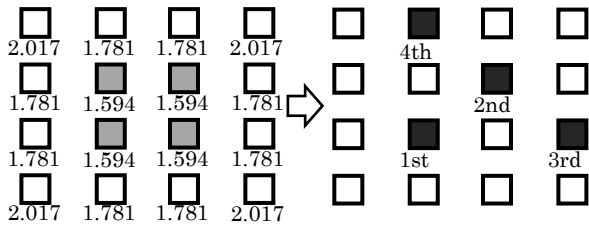
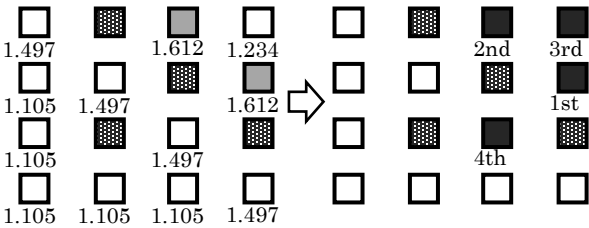


図-2 単発方式の発破解体計画例

図-2(a), (b), (c)にそれぞれ  $s/h=1.0, 2.0, 3.0$  構造の場合の  $KI$  値と単発方式の発破解体計画例を示す。第1次選定において(a)では外側角部材が、(b)では外側内部材が、(c)では内側部材が選定された。 $KI$  値に着目すると(a)では内側部材と外側部材に大きな差異はないが、(b), (c)と  $s/h$  が大きくなるにつれ内側の部材の  $KI$  値が大きくなる傾向がある。また、選定された柱は、(a)では外側部材周辺に集中し、(b), (c)では内側に集中した。また、(b), (c)の選定本数は(a)に比べて少なかった。



第1次選定 (a) 1回目の発破



第1次選定 (b) 2回目の発破

■ 選定候補の柱    ■ 選定された柱  
 ■ 除去した柱

図-3 段発方式の発破解体計画例

( $s/h=1.0$ , 先に  $KI$  値の小さな柱を4本除去)

続いて図-3 に段発方式の発破解体計画例を示す。先に  $KI$  値の小さな柱を選定すると、構造が崩壊しないように分散して柱を選定する傾向があった。2回目の発破のみで見ると、単発方式の場合よりも少ない本数の柱が選定されている。構造が安定した状態での発破のため、より安全で確実な解体となることが予想される。

### 3. $KI$ 積算値と崩壊下限の関係

発破解体計画により選択された柱全ての  $KI$  積算値と崩壊形態との関係を調べた。第  $n$  次選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  $n$  次選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)と定義する。PC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。

単発方式の発破解体計画では、図-4 に示すように、設計軸力比が小さくない場合には、階高-スパン比が変化しても同程度の  $KI$  積算値で崩壊が起きていることが分かる。また、 $KI$  積算値が小さい値で崩壊が起きている場合は全体崩壊が、大きい値で崩壊が起きている場合は部分崩壊が起きている傾向にある。

段発方式の発破解体計画では、図-5 に示すように、先に除去した柱の  $KI$  積算値は先に除去する柱の本数が増えるに伴って線形的に増えていく傾向がある。また、2回目の発破では、先に除去する柱の本数が変わっても、ほぼ同程度の  $KI$

値を加えることで崩壊が起きていることが分かった。

### 4. 結言

階高-スパン比に依らずに設計強度に対応した崩壊下限を  $KI$  積算値で示せること、また、先に  $KI$  値の小さな柱を選定・発破する段発方式を検証した結果、 $KI$  値を用いて定量的に解体計画が得られる可能性が示唆された。

### 謝辞

本稿をまとめるに当たり、元筑波大院生の荻野朋哉氏による多大なる貢献を受けた。ここに謝意を表す。

### 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 その1, 2011年度大会講演梗概集 B-1, (2011), pp.225-226.
- 磯部, 荻野: 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, 2012年度大会講演梗概集 B-1, (2012), pp.357-358.

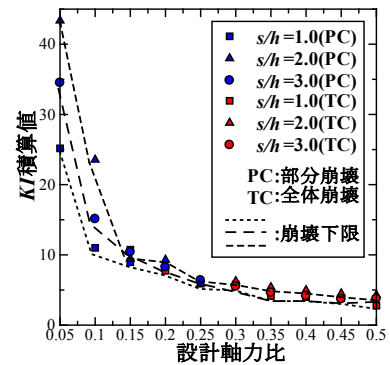
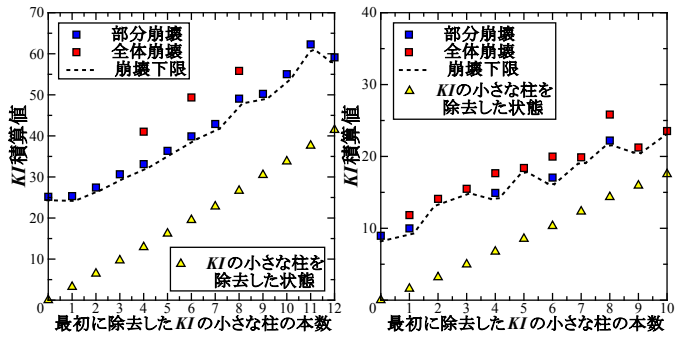
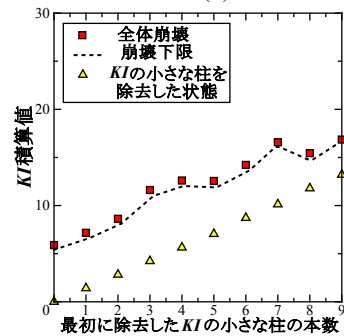


図-4  $KI$  積算値と崩壊下限値との関係 (単発方式)



(a) 設計軸力比 0.05 以下

(b) 設計軸力比 0.15 以下



(c) 設計軸力比 0.25 以下

図-5  $KI$  積算値と崩壊下限値との関係 ( $s/h=1.0$ , 段発方式)

\*1: 筑波大学准教授 博 (工)

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