

キーエレメント指標に基づいた発破解体計画手法 その4. キーエレメント指標の積算値と残存物高さの関係

正会員 ○日下 善輝*1
同 磯部 大吾郎*2

キーエレメント指標 発破解体計画 S造建築物
ASI-Gauss法

1. 緒言

建物の発破解体は欧米では盛んに行われているが、発破解体計画に関する定量的な判断基準は確立されておらず、専門業者の独自の経験則に依存している。さらにその経験則は、欧米に比べ設計強度の高い日本の建物に容易には適用し難い。そこで本研究では、定量的な判断基準をもって発破箇所の選定を行うことを目的とし、建物の構造上重要な柱部材を特定し得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¹⁾。本稿では、設計強度の異なる5層7×3スパンの鋼構造建物を想定した場合の、 KI 積算値と発破解体における残存物高さとの関係を調べた結果について報告する。

2. キーエレメント指標を用いた発破解体計画

健全な建物の全柱梁接合部に対し、鉛直方向に荷重増分を与え、建物最下層部のいずれかの柱部材に降伏現象が起きた瞬間の荷重を用い、降伏限界荷重 ${}_0P_G$ として求める。任意の i 層内の柱番号 a を除去した状態の建物にも同様に鉛直方向に荷重増分を与え、 i 層以下のいずれかの柱部材に降伏現象が起きた瞬間の荷重を用い、降伏限界荷重 ${}_1P_G(i, a)$ として求める。以上より、この柱番号 a のキーエレメント指標 KI を以下のように降伏限界荷重の比で定義する。

$${}_0KI_{i,a} = {}_0P_G / {}_1P_G(i, a) \quad (1)$$

添え字の0は、 KI を算出する際に、健全な状態の建物の降伏限界荷重を用いることを表す。また、添え字の1は、第1次選定であることを表す。同様に、第 $(n-1)$ 次選定までに選定された柱が既に除去された建物の強度に対する i 層内の柱番号 b の KI は、第 n 次選定では以下のように定義できる。

$${}_{n-1}KI_{i,b} = {}_{n-1}P_G / {}_nP_G(i, b) \quad (2)$$

ここで、右辺分子 ${}_{n-1}P_G$ は、第 $(n-1)$ 次選定までに選定された柱を除去した状態の建物の降伏限界荷重であるが、第 $(n-1)$ 次選定までの選定状況に応じて値が変化する。

柱梁接合部に対して与える鉛直方向への荷重増分は、柱ごとに負担する床荷重に応じて与える。 i 層の柱番号 a に与える鉛直方向の荷重増分 $\Delta F_{i,a}$ を以下のように表す。

$$\Delta F_{i,a} = \alpha_{i,a} \times \Delta F \quad (3)$$

ここで、 ΔF は任意の荷重増分である。 ΔF に乗じた $\alpha_{i,a}$ を重み値と呼び、以下の通り上層の建物総重量に対する柱部材1本

の負担比率と定義する。

$$\alpha_{i,a} = N_{i,a} / \sum_{a=1}^M N_{i,a} \quad (4)$$

なお、 i 層の柱番号 a の軸力を $N_{i,a}$ とし、1層の柱の本数を M とする。

本稿では、先行研究¹⁾から有効性が示されている段発方式の発破解体計画による発破解体解析を実施した。段発方式の発破解体計画とは、第1発破において KI の小さい柱を発破し建物全体の強度を低下させ、続く第2発破において KI の大きい柱を発破することで建物を解体する計画である。発破箇所選定においては、第1次選定において算出された KI に順位を付け、小さい順に任意の順位までの柱を選定し、第2次選定において算出された KI の大きい順に任意の順位までの柱を選定する。発破解体解析では第1次選定において発破箇所とした柱を同時に発破し、3.0[s]後第2次選定において発破箇所とした柱を同時に発破するものとする。

本稿で用いる5層7×3スパンのモデルの概観図を図-1に示す。このモデルは柱にはSM490の鋼材を用いた角形鋼管、梁にはSS400の鋼材を用いたH形鋼を使用し、ベースシア係数 $C_b=0.25$ ($1.0C_b$ モデル)として設計した²⁾。設計強度の異なる建物での解体の成否を比較するため、このベースシア係数に0.5、1.5をかけたもの($0.5C_b$ モデル、 $1.5C_b$ モデル)も解析対象とした。ここでは発破解体計画の一例を示す。

一例として示す計画は $1.0C_b$ モデルであり、第1次選定では KI の小さい順に3位までの柱、第2次選定では KI の大きい順に2位までの柱を発破箇所とする計画である。ここで、第1次選定の結果と、第1次選定によって発破箇所とした柱を除去した状態における第2次選定の結果から決定した発破解体

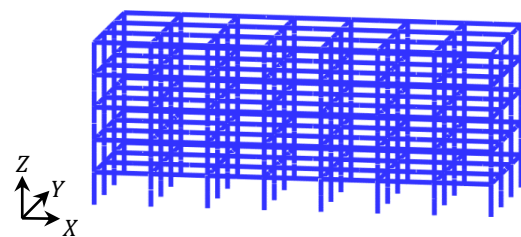


図-1 モデル概観

計画を図-2に示す。なお、図-2内では1層から5層までの発破解体計画のうち2層のみを表記している。

3. キーエレメント指標の積算値と残存物高さの関係

第1次選定, 第2次選定において発破箇所とした柱すべてのKIを足し合わせたKI積算値と発破解体解析終了時の残存物高さの関係を調べた。第n次選定までのKI積算値を以下のように表す。

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^R \sum_{j_k=1}^{l(k,i)} [{}^k K I_{i,m(i,j_k)}] \quad (5)$$

$$= {}^0 K I_{1,m(1,1)} + {}^0 K I_{1,m(1,2)} + \dots + {}^0 K I_{1,m(1,l(1,1))} + \dots + {}^0 K I_{R,m(1,l(1,R))} +$$

$${}^{n-1} K I_{1,m(1,1)} + {}^{n-1} K I_{1,m(1,2)} + \dots + {}^{n-1} K I_{1,m(1,l(n,1))} + \dots + {}^{n-1} K I_{R,m(l(n,R))}$$

ここで、 R , $l(k,i)$, $m(i,j_k)$ は建物の全層数, k 次選定において i 層で発破箇所とした柱の本数, およびその j_k 本目の柱番号を表す。なお、発破解体解析における30.0[s]時の全節点のZ軸方向の座標の中で最大のものを残存物高さとした。

第1次選定においてKIの小さい順に1, 2, 3位までの柱, そのそれぞれに対して第2次選定においてKIの大きい順に1, 2, 3位までの柱を発破箇所とする発破解体計画に基づいて発破解体解析を行った結果を図-3に示す。図中SやLはKIの小さい順, 大きい順に発破箇所を選定したことを表す。前章において示した一例は $1.0C_b - S_1^3 - L_1^2$ である。

強度の異なる3つのモデルの残存物高さの結果を比較すると, どのモデルにおいても S_1^1 の場合, 残存物高さが高い傾向がある。また, $0.5C_b$ モデル, $1.0C_b$ モデルにおいて, S_1^2 や S_1^3 の場合には残存物高さが健全時の建物の高さより低くなる傾向が見られた。さらに, L_1^1 から L_1^3 になるに従って残存物高さが低くなる傾向が見られた。つまり, 第1次選定においてKIの小さい順に2位や3位までの柱を発破箇所とした場合, 第2次選定における発破箇所の選定次第では, 発破解体により残存物高さが低くなる可能性があると言える。しかし, $1.5C_b$ モデルのような高い強度を有する建物については, 残存物高

さを低くすることはできなかった。

また, 赤色破線矢印は, 強度が十分に低下していない場合(S_1^1)を除外した際に, S_1^2 や S_1^3 のそれぞれの結果から推測することが可能なKI積算値と残存物高さの関係である。赤色破線矢印が示すように, 残存物高さを低くするためには, 強度の差異によってある一定以上のKI積算値が必要であることが予測できる。

4. 結言

初期発破により建物の強度を十分に低下させることで, 残存物高さを低く抑えることが可能であると考えられる。また, 残存物高さを低くするためには, 強度の差異によってある一定以上のKI積算値が必要であることが予測できた。

参考文献

- 磯部大吾郎：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, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), (2013), pp.373-374.
- 鈴木 淳一, 阿部 修太郎, 鈴木 弘之, 大宮 喜文, 若松 孝旺：火災時における鋼架構の崩壊温度とリダンダンシー 耐震設計が耐火性能に与える効果, 日本建築学会構造系論文集, 第608号, (2006), pp.157-164.

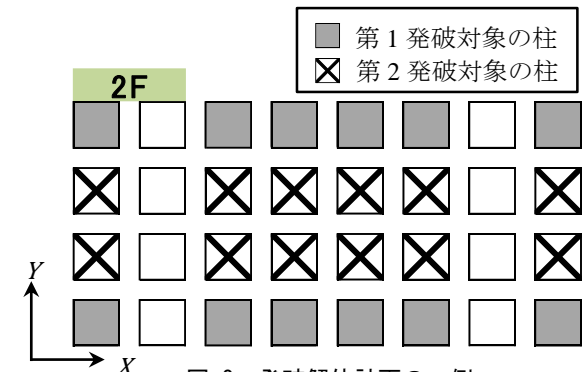


図-2 発破解体計画の一例

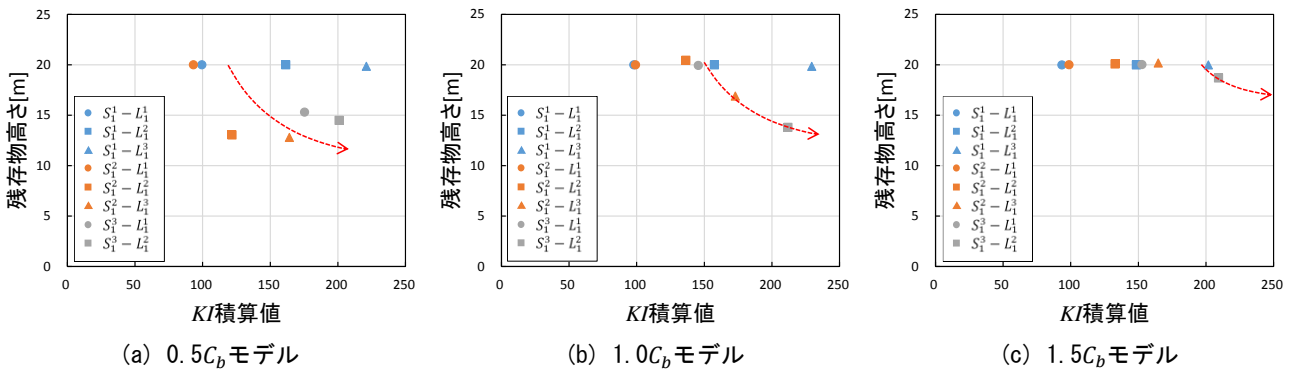


図-3 KI積算値と残存物高さの関係

*1: 筑波大学大学院システム情報工学研究科 大学院生

*2: 筑波大学教授 博(工)

*1: Graduate Student, Univ. of Tsukuba

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