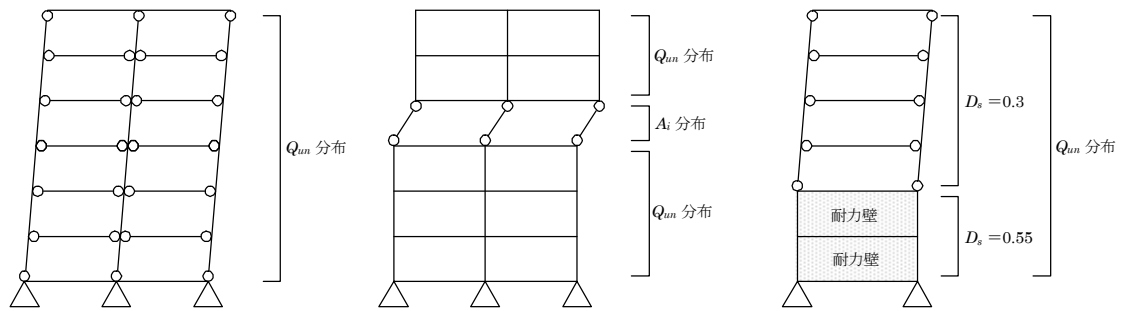


## 3.2 保有水平耐力

3.2.1 増分解析時の外力分布の設定方法について	A-1
<p><b>【よくある指摘事例】</b></p> <p>保有水平耐力 <math>Q_u</math> の算定において、<math>A_i</math> 分布ではなく <math>Q_{un}</math> 分布を採用して増分解析を行っていることについて説明がなされていない事例がある。</p> <p><b>【関係法令等】</b></p> <p>平成 19 年国交省告示第 594 号第 4 第二号 2015 年版技術基準 pp.340～343</p>	
<p><b>【指摘の趣旨】</b></p> <p>増分解析法によって <math>Q_u</math> を求める場合、外力分布（高さ方向分布をいう）は、<math>A_i</math> 分布に従って算定することが原則である。一方、<math>Q_{un}</math> は構造特性係数 <math>D_s</math> と剛性率・偏心率 <math>F_{es}</math> を <math>A_i</math> に乗じた <math>Q_{un}</math> 分布となることから、「崩壊層」において <math>A_i</math> 分布による外力で <math>Q_u/Q_{un} \geq 1.0</math> を確認できたとしても、その他の「崩壊層以外の層」では、本来十分な耐力が見込まれる場合でも見かけ上の耐力が低くなり、<math>Q_u</math> が <math>Q_{un}</math> を下回る不合理な場合がある。これに対し、平成 19 年国交省告示第 594 号第 4 第二号ただし書きにおいて、保有水平耐力 <math>Q_u</math> の算定において <math>Q_{un}</math> 分布を採用してよい条件が示されている。適合性判定において <math>Q_{un}</math> 分布を採用して増分解析を行っていることについて説明がない事例があり、ここでは、<math>Q_{un}</math> 分布を採用できる条件について解説する。</p> <p><b>【解説】</b></p> <p>1. <math>Q_{un}</math> 分布の適用について</p> <p>2015 年技術基準に示された <math>Q_{un}</math> 分布を採用できる条件は大きく下記のいずれかである<sup>1)</sup>。</p> <p>① <math>A_i</math> 分布の荷重増分解析結果が「全体崩壊形」である場合。（図-1 (a) 参照）</p> <p><math>A_i</math> 分布で全体崩壊形が確認されていれば、<math>Q_{un}</math> 分布を採用してよいことを述べている。ただし、<math>D_s</math> 算定時の外力分布は、<math>A_i</math> 分布によるものとする。</p> <p>② <math>A_i</math> 分布の荷重増分解析結果が「部分崩壊形・局部崩壊形」である場合。（図-1 (b) 参照）</p> <p><math>A_i</math> 分布に基づく外力分布により特定層のみの崩壊が進む場合で、非崩壊層部分の保有水平耐力 <math>Q_u</math> が崩壊層の保有水平耐力に左右されるため、本来十分な耐力が見込まれる場合でも見かけ上の耐力が低くなる場合の適用である。この場合、崩壊層以外の部分について、部材の応力と耐力比による方法や <math>A_i</math> 分布に基づく外力分布に対する増分解析結果が全体崩壊形であることを確認できれば、保有水平耐力の算定に <math>Q_{un}</math> 分布を採用することができる。なお、部分崩壊、局部崩壊する層の <math>Q_u</math> は <math>A_i</math> 分布に基づく外力分布としなければならない。</p> <p>③ 特別な調査・研究（平成 19 年国交省告示第 594 号第 4 第二号ハ）による場合。（図-1 (c) 参照）</p> <p>特別な調査・研究の一例として、<math>A_i</math> 分布に基づく外力分布で 3 層以上に崩壊形ができて 1 層、2 層が未崩壊層となる場合を示す。このとき、1 層、2 層の <math>D_s</math> 値に最大値を用いた場合には、保有水平耐力の算定における外力分布形として <math>Q_{un}</math> 分布を採用することができる。</p>	



(a) 全体崩壊形の例

〔Ai分布で全体崩壊形を確認する事が必要〕

(b) 部分崩壊形の例

〔未崩壊層の全体崩壊形を確認する事が必要〕

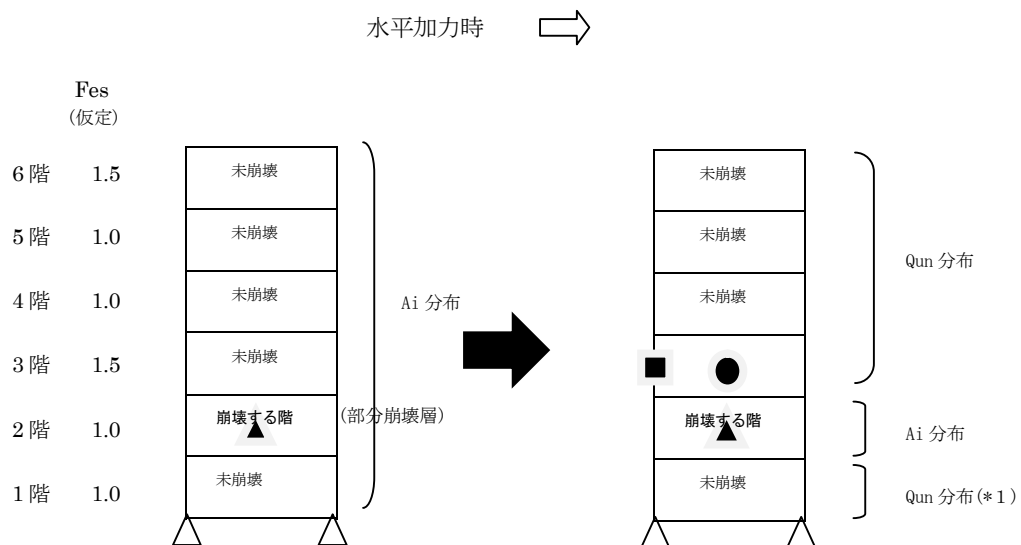
(c) 下層にDs最大値を用いた例

〔3層以上の全体崩壊形を確認する事が必要〕

図-1 Qun分布採用例

②の特定層で「部分崩壊形」となる場合に関して、連層耐震壁の場合について、②の条件を適用してQun分布が採用できることを以下の事例を挙げて解説する。

〈事例〉連層耐震壁架構の水平加力時、2階の耐力壁にせん断破壊による部分崩壊形が生じる場合



〔 Ai 外力分布を用いて増分解析した結果、2階耐力壁がせん断破壊(部分崩壊)しているが、3階以上の階が全体崩壊形になっていることが確認できていないため、3階以上の階にQun分布の適用はできない。Ai 外力分布を用いて保有水平耐力Quを求める。〕

〔 左の解析後、3階壁脚で曲げ崩壊することで3階以上が全体崩壊形になっていることを確認できているため、3階以上の階にQun分布の適用ができる。なお、1階に対しては③を適用してDs最大値を用いた場合はQun分布を適用することもできる。(\*1) 〕

**【補足事項】**

外力分布と保有水平耐力との関係についての補足として、以下に外力分布によって保有水平耐力  $Q_u$  と崩壊形が異なることの例を示す。

**1. 外力分布によって保有水平耐力  $Q_u$  と崩壊形が異なることの例示**

外力分布形によって耐力が異なることが、2015年技術基準<sup>1)</sup>に片持梁の耐力を例にとりて記されているが、ここでは2層1スパンの単純な架構について、塑性解析による  $Q_u$  の算定法を説明する。(以下、塑性理論については文献<sup>2)</sup>による)

架構モデルを図-2に示す。各部材の塑性モーメントは  $M_0$  を基準とした係数で示し、階高は  $h$  とする。荷重は、各階床面に働く水平力のみ(以下、層せん断力として考慮する)とし、鉛直荷重は考慮しない。

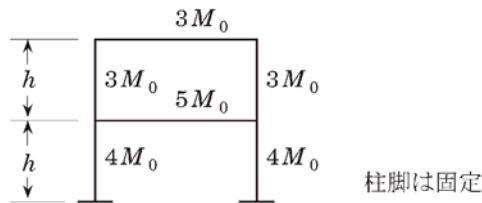


図-2 モデル架構図

本モデルで仮定される崩壊形は、1階または2階の層崩壊と、2階梁端降伏の全体崩壊である。以下にそれぞれの仮定崩壊形に対応する層せん断力を求める。

図-3では、1階、2階の各層が層崩壊すると仮定したメカニズムより、それぞれの各層せん断力を  $M_0/h$  の関数として求めている。

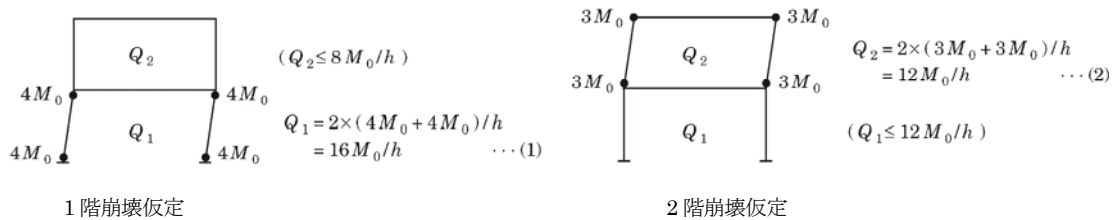


図-3 層崩壊メカニズム：( )内は仮定崩壊層以外の静的許容条件

同様に、図-4の全体崩壊形を仮定した時のメカニズム図についても求める。

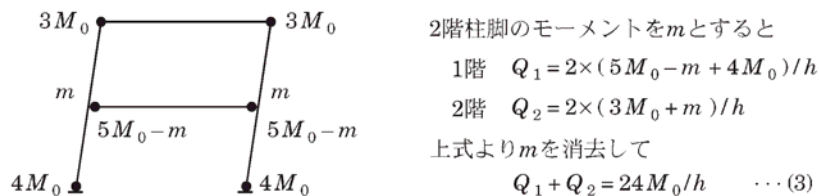


図-4 全体崩壊メカニズム

以上の仮定崩壊形より得られた(1)~(3)式を図-5に、横軸に1階の層せん断力  $Q_1$  を、縦軸に2階層せん断力  $Q_2$  を、それぞれに  $M_0/h$  で基準化して示す。

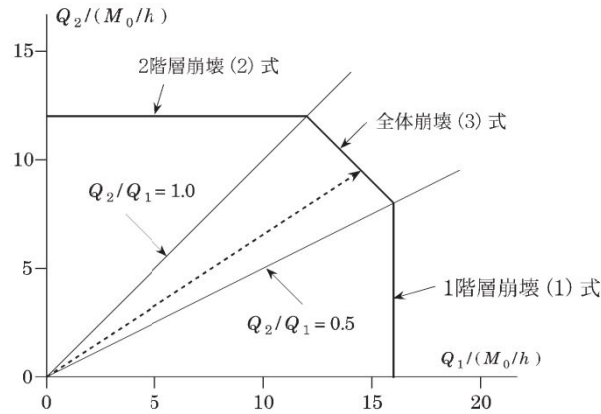


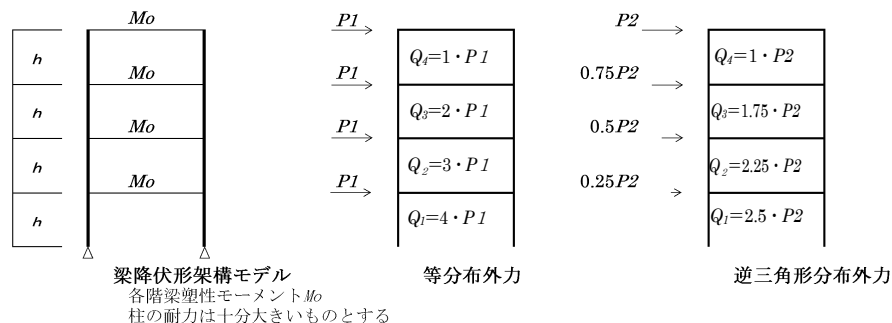
図-5 崩壊形と降伏曲面

(1)~(3)式で示される線上は架構の降伏曲面といい、この線上のすべての状態がメカニズム状態を示している。また、降伏曲面の内部（原点を含む側）は安全荷重域（あるいは静的許容場）といい、メカニズムに達していない状態に対応する。図中の破線は層せん断力の比 ( $Q_2/Q_1$ ) を一定にして（すなわち、外力分布形を一定にして）荷重を漸増した時の状態、言い換えれば、荷重増分解析でのステップの増加を示しており、その崩壊形は破線が降伏曲面に達したときの領域（図中の式番号）で決まる。

この破線の例では、(3)式の全体崩壊形となる外力分布形であることを示している。同様に、この建物モデルでは、層せん断力の比が  $Q_2/Q_1=0.5\sim 1.0$  の範囲で全体崩壊形となり、それ以外では、式(1)または式(2)の領域となる層崩壊形（部分崩壊形）であることを示している。

このように外力分布形によって崩壊形が異なるため、好ましい崩壊形である全体崩壊形とするためには、設計者は、図中の式(3)の領域が広くなるように柱耐力を大きくした余裕のある計画を行う必要がある。

次に、全体崩壊形であっても、外力分布形によって保有水平耐力  $Q_u$  が異なることを説明する。柱脚がピンで、それより上の柱の耐力が十分に大きくした4層の全体崩壊形モデル架構に、それぞれ等分布と逆三角形分布の外力が作用した場合の保有水平耐力を図-6に示す。



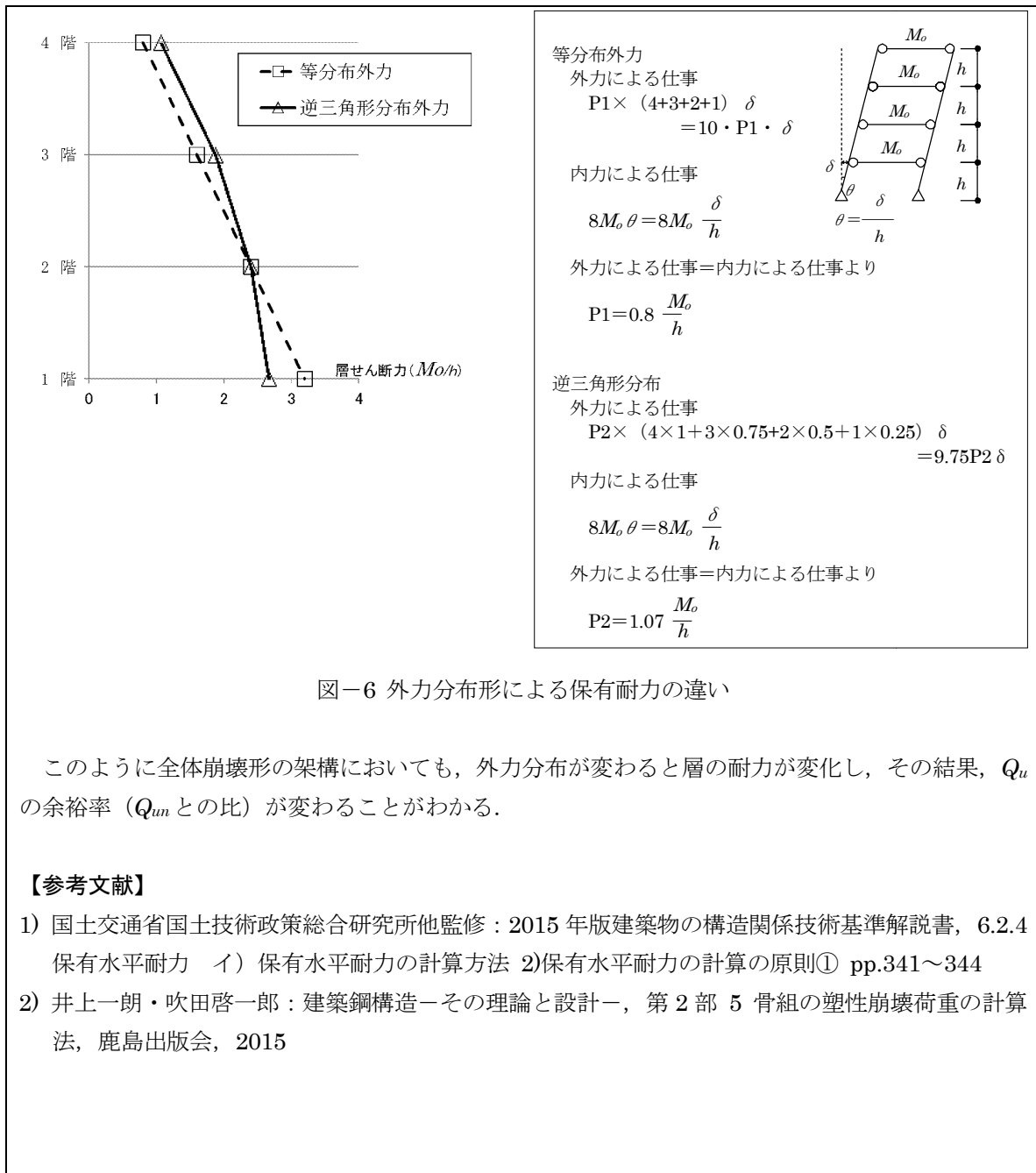


図-6 外力分布形による保有耐力の違い

このように全体崩壊形の架構においても、外力分布が変わると層の耐力が変化し、その結果、 $Q_u$ の余裕率 ( $Q_{um}$ との比) が変わることがわかる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所他監修：2015年版建築物の構造関係技術基準解説書，6.2.4 保有水平耐力 イ) 保有水平耐力の計算方法 2) 保有水平耐力の計算の原則① pp.341～344
- 2) 井上一朗・吹田啓一郎：建築鋼構造—その理論と設計—，第2部 5 骨組の塑性崩壊荷重の計算法，鹿島出版会，2015