

衝撃外力が作用する津波避難ビルの 応答評価手法に関する研究

中埜研究室



衝撃外力に対する建築物の応答評価手法の提案

衝撃外力に対する建築物の弾性応答

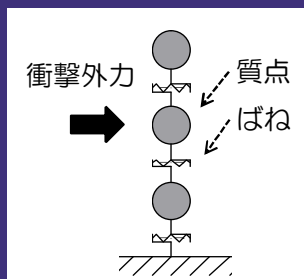
- 建築物を弾性せん断ばねを有する質点系モデルに置換し、衝撃外力に対するその最大応答を評価する。
- 比較的応答が大きい衝突位置以下では衝突終了以前に最大応答が生起し、その時には一次モードが卓越する。

$$y_j - y_{j-1} = \frac{F}{K_j} - \sum_{s=1}^N ({}_s u_j - {}_s u_{j-1}) {}_s u_i \frac{F}{sK} e^{-s h {}_s \omega} \left(\cos {}_s \omega' t + s h \frac{{}_s \omega}{s \omega'} \sin {}_s \omega' t \right)$$

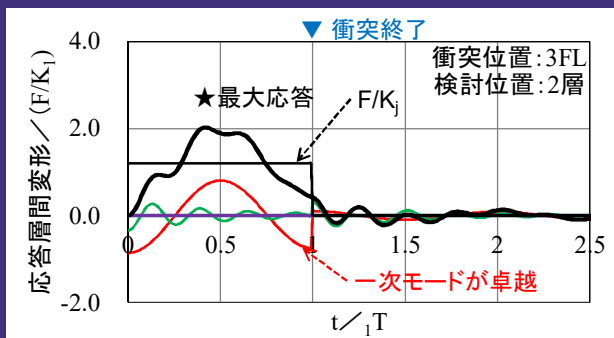
簡略化 (一次モード振幅を抽出)

$$\delta_{\max, j} = \frac{F}{K_j} + i \frac{F}{\sum_{j=1}^N K_j}$$

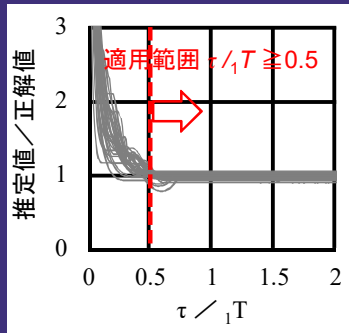
F : 衝撃外力 [kN] i : 衝突質点番号
 K_j : j 層剛性 [kN/m]
 ${}_s u$: s 次のモードベクトル成分
 ${}_s \omega, {}_s h, {}_s K$: s 次の角振動数[1/s], 減衰[-], 広義剛性[kN/m]



【質点系モデル】



【衝撃外力に対する応答層間変形 ($\tau = T$ の場合)】



【推定式の精度と適用範囲】

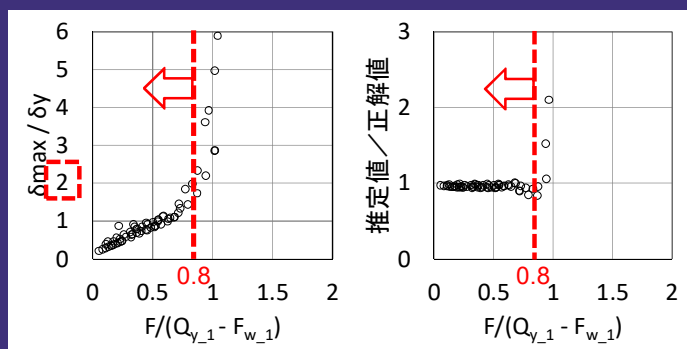
衝撃外力に対する建築物の弾塑性応答

- 建築物をバイリニア型復元力特性を有する質点系モデルに置換し、衝撃外力に対するその最大応答を評価する。
- 塑性化は $F/(Q_{y,j} - F_{w,j})$ が最大となる層に集中し、その最大応答 $\delta_{\max, j}$ を「衝撃外力による仕事」と「建築物の復元力による仕事」とが等価であると仮定して求まる式により推定する。

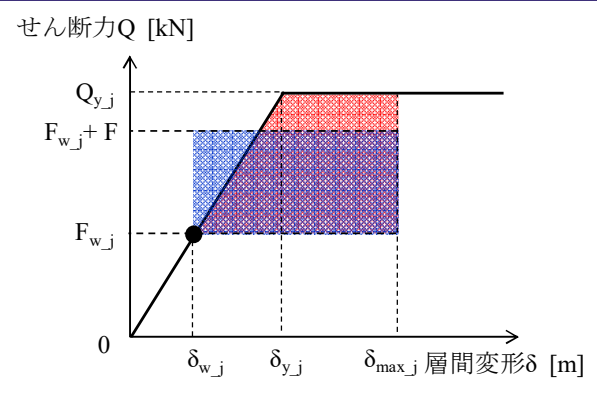
$$\delta_{\max, j} = \frac{F_{w,j}}{K_j} + \frac{(1 - \frac{F_{w,j}}{Q_{y,j}})}{2(1 - \frac{F_{w,j}}{Q_{y,j}} - \frac{F}{Q_{y,j}})} \left(\frac{1}{2} + i \frac{Q_{y,j}}{2 \sum_{j=1}^N Q_{y,j}} \right) \delta_{y,j}$$

$F_{w,j}, F$: j 層の津波波力, 衝撃外力 [kN]
 $Q_{y,j}, \delta_{y,j}$: j 層の降伏耐力 [kN], 降伏変形 [m]

弾性推定式との整合のための補正項



【推定手法の精度と適用範囲】



【推定手法の概念図】

$F/(Q_{y,j} - F_{w,j}) \leq 0.8$ (塑性率2.0程度以下) であれば精度良く最大応答を推定可能。
 ⇒ 設計実務で想定される船舶と建築物との衝突において広く適用可能。

衝撃外力に対するねじれを考慮した建築物の応答評価手法の提案

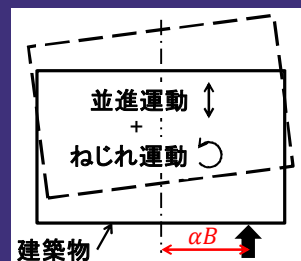
衝撃外力に対するねじれを考慮した応答

- 船舶の衝突位置によっては、建築物には並進運動に加えてねじれ運動が生じる。
- その最大応答は、両運動それぞれの最大応答の和によって概ね推定できる。

$$\delta_{\max, j} = \frac{F_{w,j}}{K_j} + \frac{F}{K_j} + i \frac{F}{\sum_{j=1}^N K_j} + \frac{1}{2} \alpha B^2 \left(\frac{F}{K_{\theta,j}} + i \frac{F}{\sum_{j=1}^N K_{\theta,j}} \right)$$

B : 建築物の幅 [m]
 αB : 衝突位置 [m]
 $K_{\theta,j}$: j 層の回転剛性 [kN/m²]

津波波力に対する応答
 衝撃外力に対する並進応答
 衝撃外力に対するねじれ応答



【並進運動とねじれ運動】

- なお、塑性化が生じる場合には、並進応答は既述の手法により、ねじれ応答は適宜剛性 $K_{\theta,j}$ を低減させることにより、それぞれ求める。