

6. まとめ

本報告では、応答スペクトルの関係及びエネルギー的な観点から、地域係数 Z や地盤増幅係数 G_s をパラメータとした系統的な応答評価式を提示した。提示した式は、耐震基準にも容易に適応しうる。また、建物の限界変形時の応答周期について検討し、応答評価式や応答周期の理論式を用いて、限界耐力計算に基づく応答評価と保有水平耐力計算に基づく応答評価を比較した。

以下に、得られた知見を記す。

- ① 等価線形化法に基づく応答評価より、建物の許容しうる限界変形角を $1/50(\text{rad.})$ とした場合、第3種地盤の平屋建ての建物を除いて、ほとんどの建物の崩壊時における等価周期は速度一定領域に属する。
- ② 加速度一定領域及び速度一定領域における限界耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は下式で表せる。これらの式は、加速度応答スペクトルの規定値を地域係数 Z 、地盤増幅係数 G_s に応じて低減することに起因している。この式より、加速度一定領域における建物のベースシア係数 C_{BT} は、地域係数 Z に比例し、速度一定領域における建物のベースシア係数 C_{BT} は、地域係数 Z 、地盤増幅係数 G_s 、応答低減係数 F_h の2乗に比例し、建物が許容しうる最大変形 δ_{max} ($=R_y \cdot \mu \cdot H$) に反比例する。また、速度一定領域における限界耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は、既往の式²⁾も含め、地盤種別ごとに下式で表せる。

[加速度一定領域]

$$C_{BT} = Z \cdot F_h$$

[速度一定領域]

$$C_{BT} = \frac{0.078 \cdot Z^2 \cdot G_s^2 \cdot F_h^2}{R_y \cdot \mu \cdot H}$$

第1種地盤

$$C_{BT} = \frac{0.14 \cdot Z^2 \cdot F_h^2}{R_y \cdot \mu \cdot H}$$

第2種地盤

$$C_{BT} = \frac{0.32 \cdot Z^2 \cdot F_h^2}{R_y \cdot \mu \cdot H}$$

第3種地盤

$$C_{BT} = \frac{0.57 \cdot Z^2 \cdot F_h^2}{R_y \cdot \mu \cdot H}$$

ここで、 Z は地域係数、 G_s は地盤増幅係数、 F_h は応答低減係数、 R_y は建物の降伏変形角、 μ は塑性率、 H は建物高さ(m)である。

- ③ 加速度一定領域及び速度一定領域における限界耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は、応答低減係数 F_h^2 と構造特性係数 D_s がほぼ等しくなる関係を用いて下式で表せる。限界耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は建物高さ H と塑性率 μ に反比例し、構造特性係数 D_s に比例する。

[加速度一定領域]

$$C_{BT} = Z \cdot \sqrt{D_s}$$

[速度一定領域]

$$C_{BT} = \frac{0.078 \cdot Z^2 \cdot G_s^2 \cdot D_s}{R_y \cdot \mu \cdot H}$$

ここで、 D_s は構造特性係数である。

- ④ 加速度一定領域及び速度一定領域における保有水平耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は下式で表せる。また、速度一定領域における保有水平耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は既往の式②も含め、建物の弾性周期及び地盤種別ごとに下式で表せる。この式より、速度一定領域における保有水平耐力計算の必要ベースシア係数 C_{BT} は、地域係数 Z 、構造特性係数 D_s に比例し、建物高さ H に反比例する。

$$\begin{array}{ll} \text{[加速度一定領域]} & C_{BT} = Z \cdot D_s \\ \text{[速度一定領域]} & C_{BT} = Z \cdot R_t \cdot D_s \end{array}$$

($T = 0.02H$ の場合)

$$\begin{array}{lll} \text{第1種地盤} & (H \geq 32) & C_{BT} = Z \cdot \frac{32}{H} \cdot D_s \\ \text{第2種地盤} & (H \geq 48) & C_{BT} = Z \cdot \frac{48}{H} \cdot D_s \\ \text{第3種地盤} & (H \geq 64) & C_{BT} = Z \cdot \frac{64}{H} \cdot D_s \end{array}$$

($T = 0.03H$ の場合)

$$\begin{array}{lll} \text{第1種地盤} & (H \geq 21.3) & C_{BT} = Z \cdot \frac{21.3}{H} \cdot D_s \\ \text{第2種地盤} & (H \geq 32) & C_{BT} = Z \cdot \frac{32}{H} \cdot D_s \\ \text{第3種地盤} & (H \geq 42.7) & C_{BT} = Z \cdot \frac{42.7}{H} \cdot D_s \end{array}$$

ここで、 R_t は振動特性係数である。

- ⑤ 限界耐力計算の略算法においては、地域係数 Z は必要ベースシア係数 C_{BT} に2乗で影響を与えるが、保有水平耐力計算においては1乗で影響を与える。また、限界耐力計算の略算法においては、地盤増幅係数 G_s が必要ベースシア係数 C_{BT} に2乗で影響を与えるが、保有水平耐力計算において、第2種、第3種地盤上に建つほとんどの中低層建物の周期は弾性周期で計算されるため、振動特性係数 R_t が1として設計される場合が多く、またその影響度合いも1乗である。
- ⑥ 第1種地盤、第2種地盤において、低層の建物で塑性率 μ が小さい場合では、保有水平耐力計算より限界耐力計算の方が大きい必要ベースシア係数 C_{BT} が要求される。
- ⑦ 第3種地盤において、中低層の建物で塑性率 μ が小さい場合では、保有水平耐力計算より限界耐力計算の方が大きい必要ベースシア係数 C_{BT} が要求される。
- ⑧ 第2種地盤、第3種地盤において、高層の建物で塑性率 μ が小さく、保有水平耐力計算の弾性周期を $T=0.03H$ で計算した場合、保有水平耐力計算と限界耐力計算がほぼ同じ値を示す。

- ⑨ 全ての地盤種別において、高層の建物で塑性率 μ が大きい場合には、保有水平耐力計算より限界耐力計算の方が小さい必要ベースシア係数 C_{BT} を示す。
- ⑩ 限界耐力計算において、速度一定領域では地盤増幅係数 G_s が建物の必要ベースシア係数 C_{BT} に 2 乗で影響を与える。一方、第 2 種地盤、第 3 種地盤では建物が崩壊するような周期帯で略算法と精算法に大きな差異がみられることから、略算法と精算法による必要ベースシア係数 C_{BT} には大きな乖離が想定される。

なお、本報告で誘導した応答の基本評価式は既往の研究とは異なり、地域係数 Z と地盤増幅係数 G_s を視認できる形で誘導していることから、任意の地域係数 Z の値に対応しうる他、地盤増幅係数 G_s を SHAKE などの詳細な方法により求めた場合にも適用し得る。