

② 等価 N 値、等価加速度による液状化の予測・判定

図-2.1の「液状化の可能性あり」の範囲に含まれる粒度の土層については以下の検討を行う。

(a) 等価 N 値

式(2.1)により等価 N 値の算定を行う。

$$(N)_{65} = \frac{N - 0.019(\sigma_v' - 65)}{0.0041(\sigma_v' - 65) + 1.0} \quad (2.1)$$

ここに、

$(N)_{65}$: 等価 N 値

N : 土層の N 値

σ_v' : 土層の有効上載圧力 (kN/m²)

(等価 N 値の算定における有効上載圧力は、標準貫入試験を行った時点での地盤高に基づいて求めることに注意する。)

図-2.2に式(2.1)の関係を図示した。なお、後述の式(2.3)を用いる場合には、その土層の N 値そのものを等価 N 値とする。

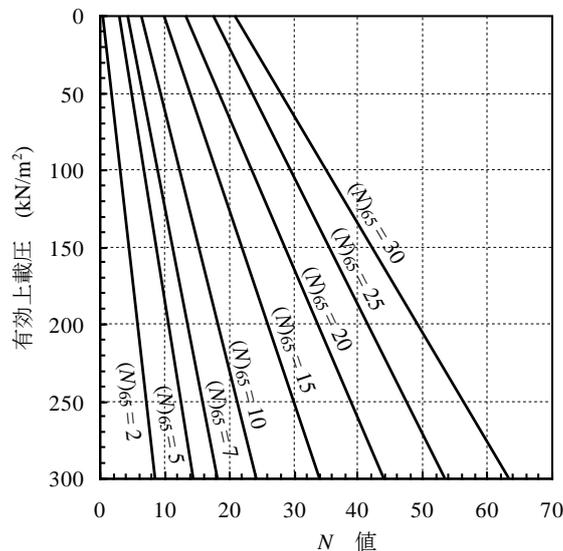


図-2.2 等価 N 値算定用チャート (直線は、相対密度等が一定の場合の N 値と有効上載圧力の関係を表す)

(b) 等価加速度

(2.2.1)~(2.2.5)により等価加速度の算定を行う。これは、地盤の地震応答計算により求まる最大せん断応力の時刻歴を用いて、各土層について算定する。

$$\alpha_{eq} = 0.7 \cdot \frac{\tau_{max}}{\sigma_v'} \cdot g \cdot \frac{1}{c_\alpha} \quad (2.2.1)$$

$$c_\alpha = 5^{-d_1} \cdot n_{ef}^{d_1} \quad (2.2.2)$$

$$d_1 = 0.2 - 0.7 \cdot D_r \quad : \left(D_r \geq \frac{0.2}{0.7} \right) \quad (2.2.3)$$

$$d_1 = 0 \quad : \left(D_r < \frac{0.2}{0.7} \right) \quad (2.2.4)$$

$$D_r = 0.16 \cdot \sqrt{\frac{170 \cdot N}{70 + \sigma_v'}} \quad (2.2.5)$$

ここに、

α_{eq} : 等価加速度 (Gal)

τ_{max} : 最大せん断応力 (kN/m²)

g : 重力加速度 (980Gal)

c_a : 波形補正係数⁵⁾。後述の塑性指数による N 値の補正を行い液状化の予測・判定を行う場合には、式(2.2.2)に $d_1 = -0.3$ を代入して c_a を求める。

d_1 : 式(2.2.2)の冪指数

n_{ef} : 有効波数。図-2.2.1に示すように、せん断応力の時刻歴において最大せん断応力の6割以上の波頭の数(の半分)。

N : N 値

D_r : 相対密度。式(2.2.5)を用いて N 値と N 値計測時の有効上載圧から求めてよい。ただし、 $D_r \leq 1.0$ とする。

σ_v' : 有効上載圧(kN/m²) (等価加速度の算定における有効上載圧は地震時の地盤高に基づいて求め、相対密度の算定における有効上載圧は N 値計測時の地盤高に基づいて求めることに注意する必要がある。)

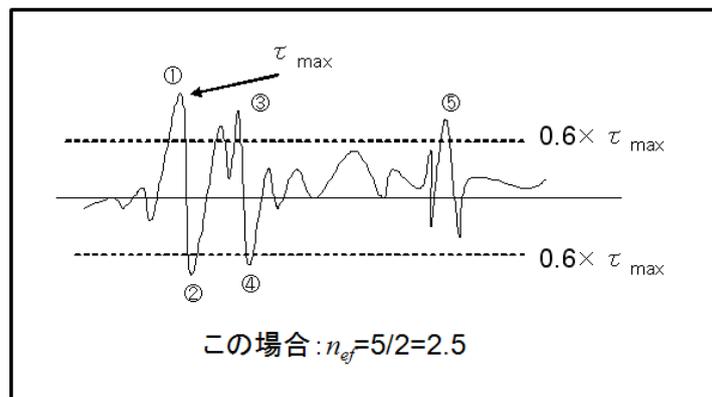


図-2.2.1 有効波数 n_{ef} の定義

(c) 等価 N 値と等価加速度による予測・判定

対象土層の等価 N 値と等価加速度が、図-2.3 に示した I~IV のどの範囲にあるかを判断する。

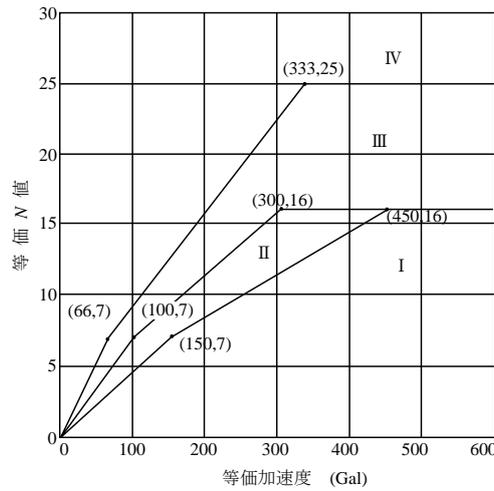


図-2.3 等価 N 値と等価加速度による土層の区分

③ 細粒分を多く含む場合の N 値の補正と予測・判定

(a) 細粒分（粒径が $75\mu\text{m}$ 以下の成分）を 5%以上含むものについては、等価 N 値の補正を行い、補正後の等価 N 値を用いて対象土層が図-2.3 に示した I~IV のどの範囲にあるかを判定する。等価 N 値の補正は、下記の 3 ケースの場合に分けて行う。

- 1) ケース 1：塑性指数が 10 未満又は得られていない場合、あるいは細粒分含有率が 15%未満
- 2) ケース 2：塑性指数が 10 以上 20 未満、かつ、細粒分含有率が 15%以上
- 3) ケース 3：塑性指数が 20 以上、かつ、細粒分含有率が 15%以上

(b) ケース 1：塑性指数が 10 未満又は得られていない場合、あるいは細粒分含有率が 15%未満の場合

等価 N 値(補正後) = $(N)_{65}/c_N$ とする。補正係数 c_N は図-2.4 で与えられる。得られた等価 N 値(補正後)と等価加速度から図-2.3 を用いて判定する。

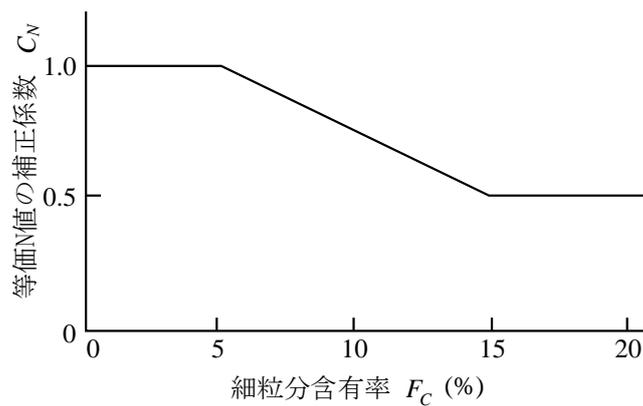


図-2.4 細粒分含有率に応じた等価 N 値の補正係数

化を予測・判定する必要がある。

② 地盤の地震応答計算結果及び繰返し三軸試験結果が実際の地盤内の現象を表すよう、地中の応力状態や地震動による作用の不規則性などを適切に考慮することが重要である。

(6) 地盤全体の液状化の判定

地盤全体としての液状化の判定にあたっては、各土層についての判定に基づいて総合的に判断すべきである。

(7) 周期の長い地震動の場合の液状化の予測・判定

粒度と N 値による液状化の予測・判定法は、主要動の周期が 1 秒程度の地震動に対して経験的に導かれたものである。対象地震動の周期が長くなる場合には、粒度と N 値による液状化の予測・判定法は、粘性土に関して危険側の予測・判定結果を出す可能性があるので注意が必要である。

[参考文献]

- 1) 沿岸開発技術研究センター：埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版），1997
- 2) 山崎浩之，善功企，小池二三勝：粒度・ N 値法による液状化の予測・判定に関する考察，港湾技研資料 No.914，1998
- 3) 地盤工学会：土質試験の方法と解説，pp.271～288，2000
- 4) 地盤工学会：地盤工学ハンドブック，pp.16～20，1999
- 5) 山崎浩之，江本翔一：地震動波形の影響を考慮した液状化の予測・判定に関する提案、港湾空港技術研究所報告、第 49 巻、第 3 号、pp.79～109、2010