

II.地盤の液状化による被害想定

周辺地形、地盤プロフィール、基礎構造などから、地盤が液状化する可能性（深さ、液状化の程度／ D_{cy} ）に照らし、想定される液状化による被害の状況を想定することが必要である。

建物の不同沈下、抜け上がり (熊本地震)



* 表層の液状化

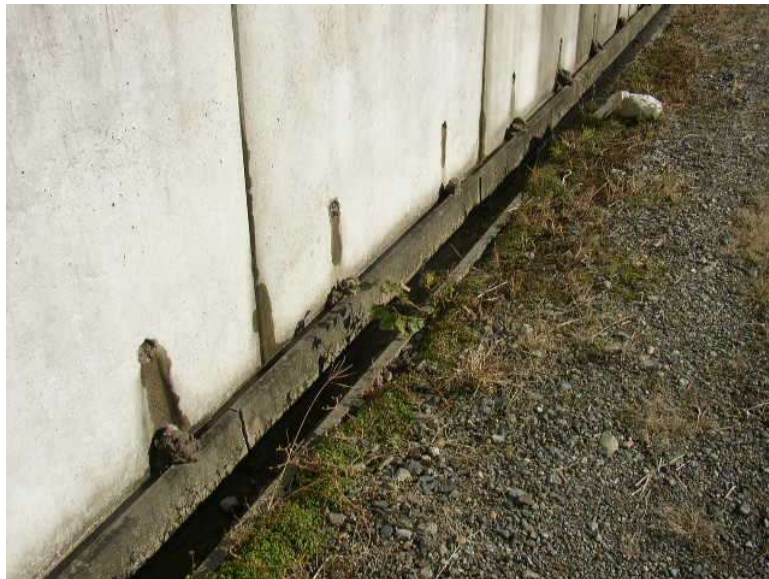
* 杭設置の間での液状化

大きな沈下、不同沈下、抜け上がり 東北地方太平洋沖地震(2011.3.11)



擁壁の破壊、住宅の沈下

中越沖地震(2007)



盛土内の液状化
地下水位があり、排水不良
(施工不備が考えられる)

側方流動

日本海中部地震(1983)

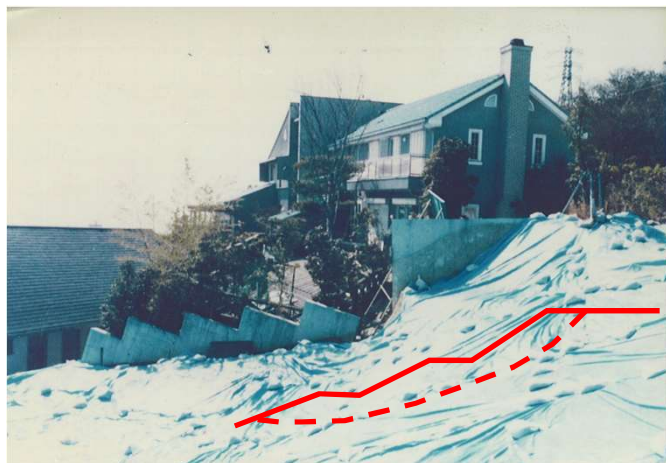
側方流動の発生の予測
(地下水位、傾斜など)



← → 建物がここで縦に分離



「活動崩落」現象による住宅の不同沈下、 下方移動(兵庫県南部地震 1995)



「滑動崩落」による住宅の倒壊、不同沈下

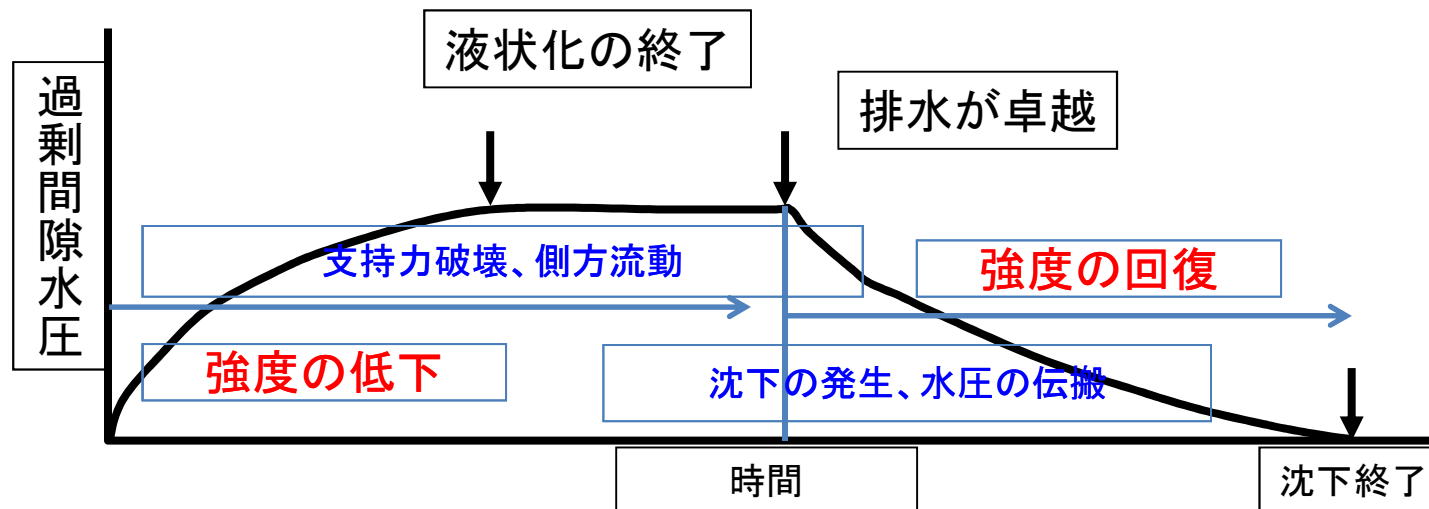
中越沖地震(2007)

滑動崩落の可能性の評価は簡単ではないが、盛土の強度、地下水位、傾斜などから、改良率を高めた地盤改良などを行うことの効果は期待される

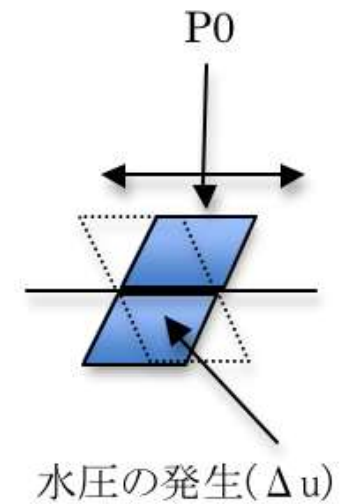
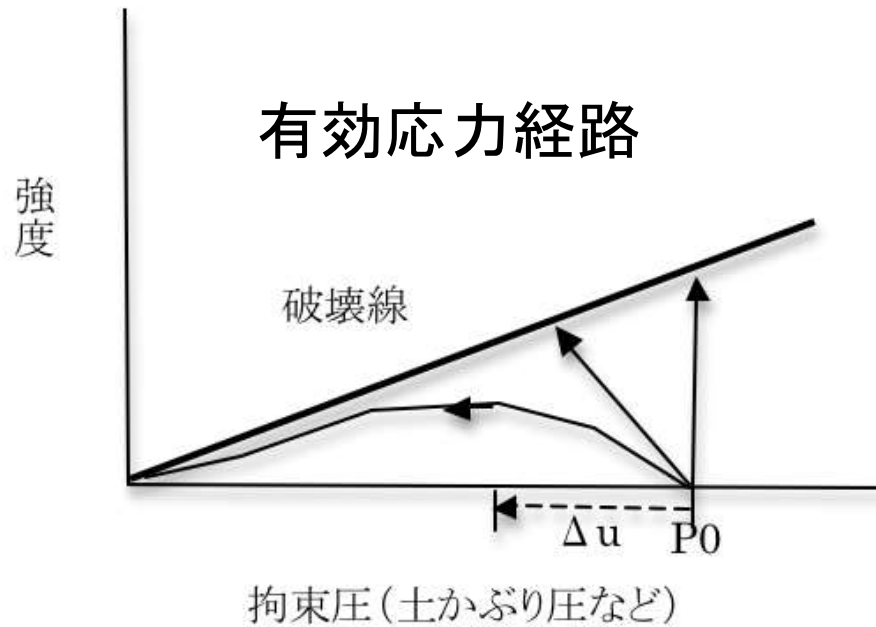
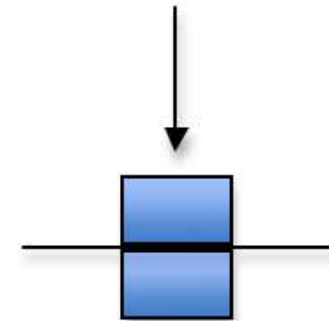
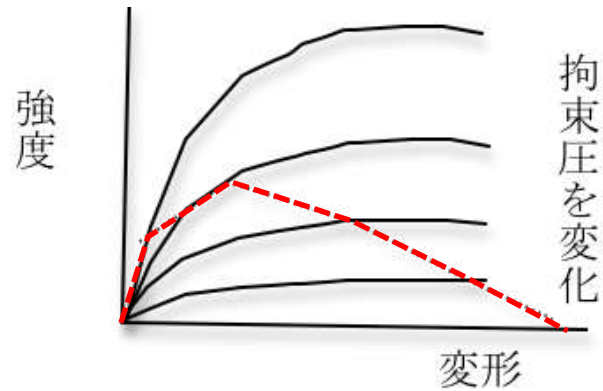


過剰間隙水圧の発生と現象

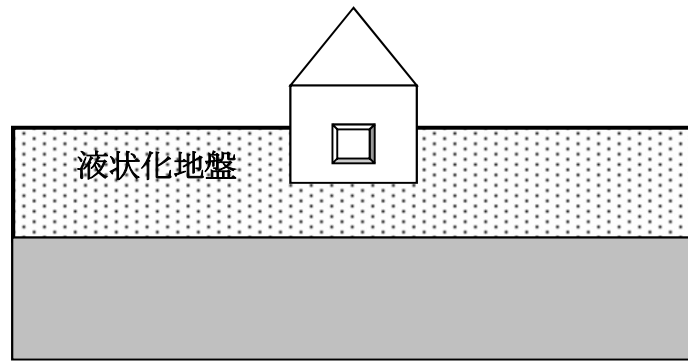
- 過剰間隙水圧が発生すると、その箇所の強度が低下し始め、完全液状化になる前から支持力破壊を起こしたり、側方流動、土圧の増大などの現象が生じる。その後、排水が生じて、上層の2次液状化の発生の可能性、また、沈下が発生し全てが排水するまでに時間を要する。



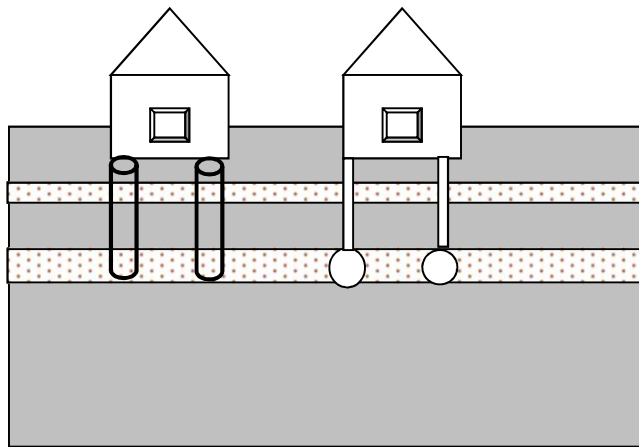
液状化した地盤の強度低下



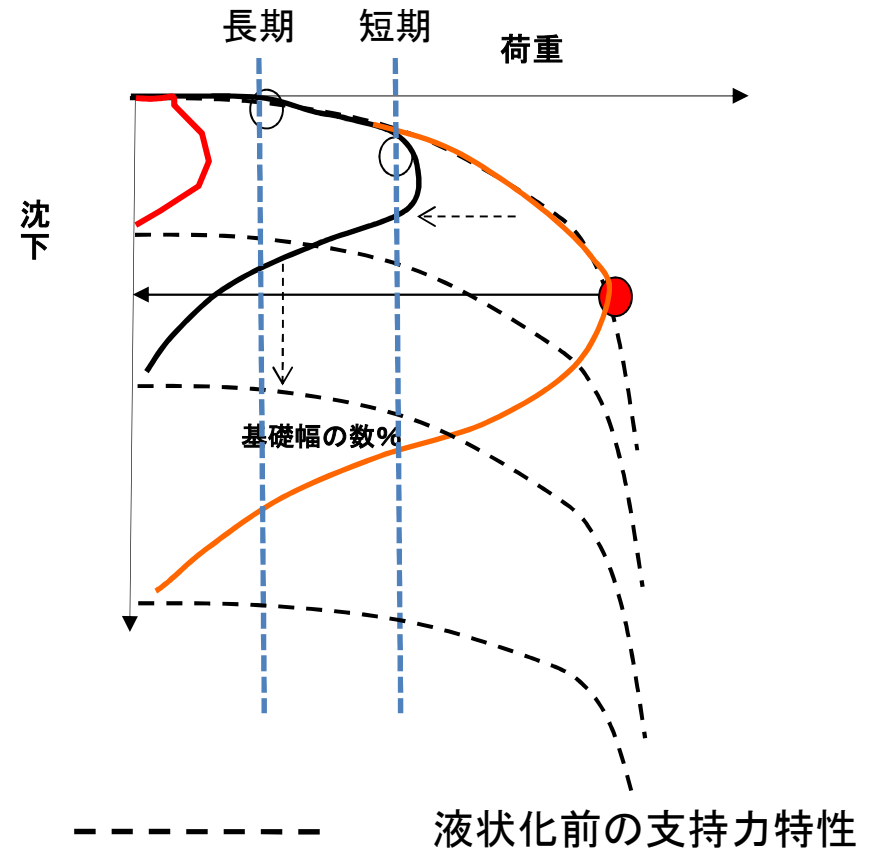
液状化する地盤の支持力



a) 直接基礎下部が液状化する場合



b) 中間層支持の杭基礎など(周辺あるいは支持層が液状化する場合)



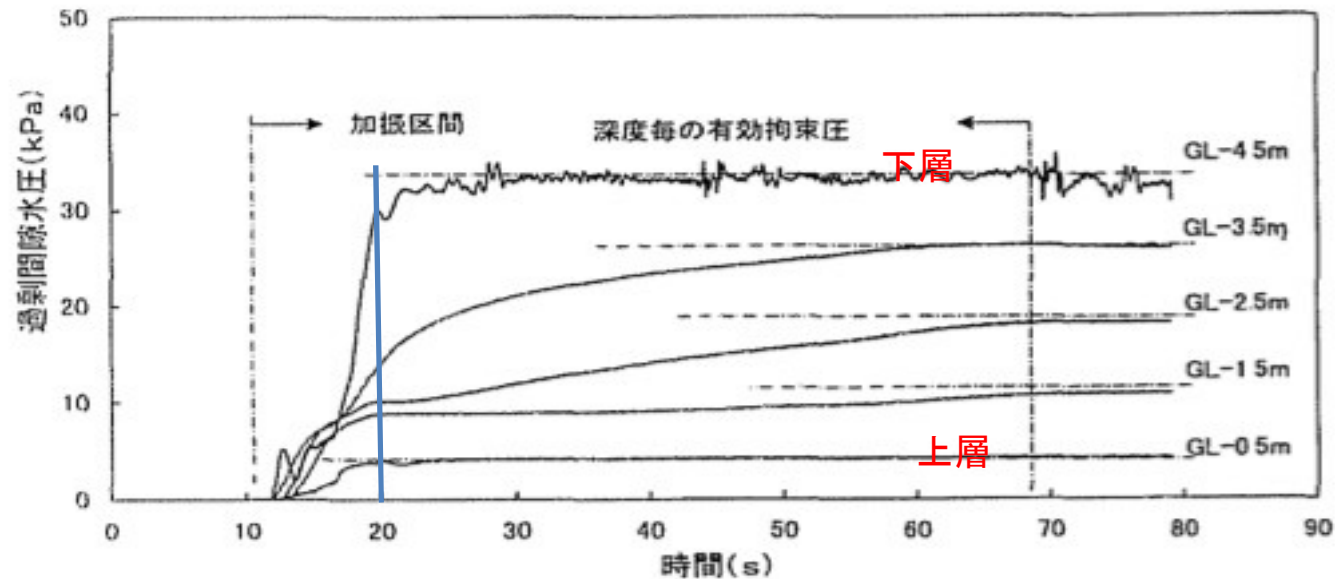
建築研究所大型振動台実験(つくば)



大型振動台による効果確認実験

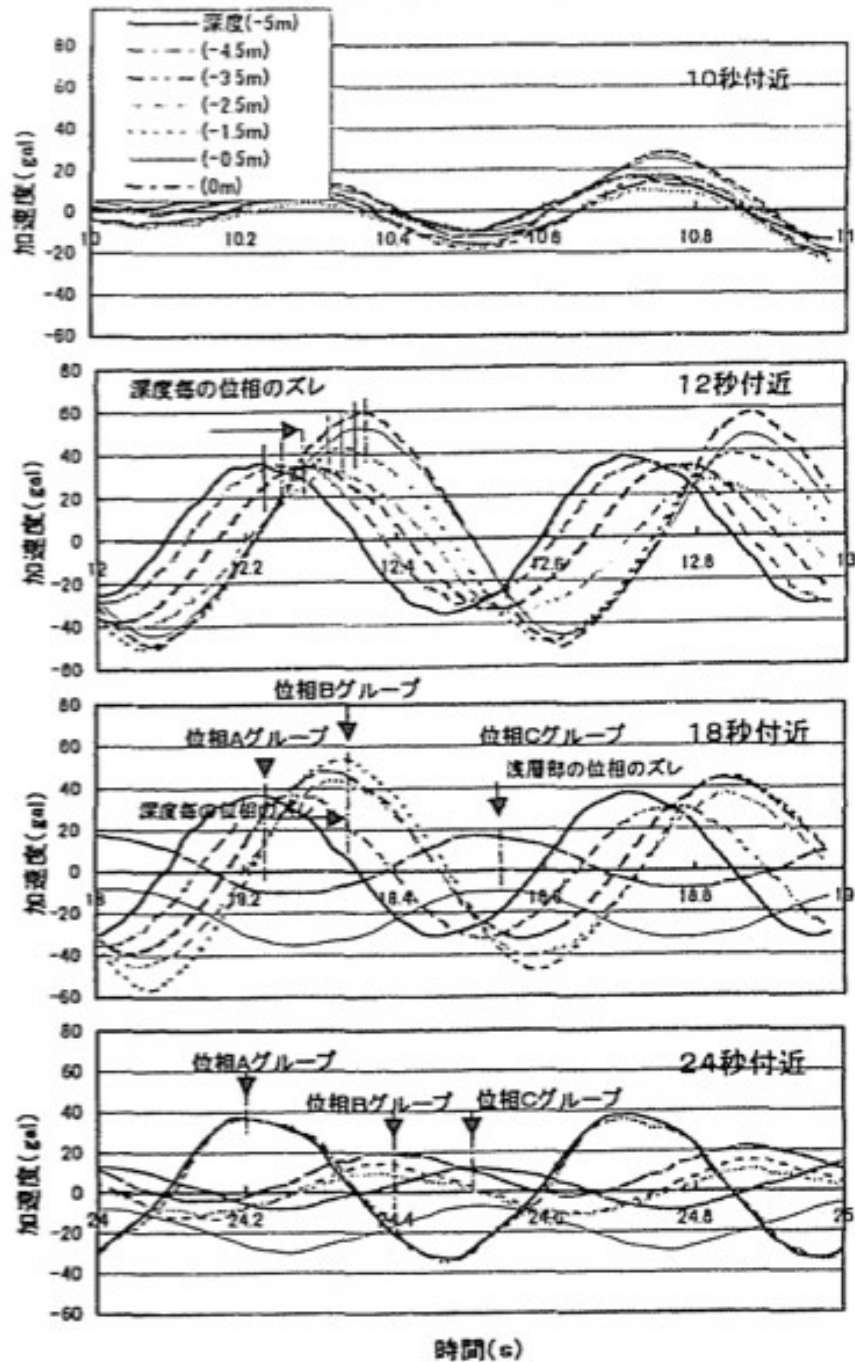
装置寸法: 深さ5m × 幅3.6m × 長さ10m, 総体積 $V=180\text{m}^3$

地盤材料: 栃木県産の日光珪砂6号

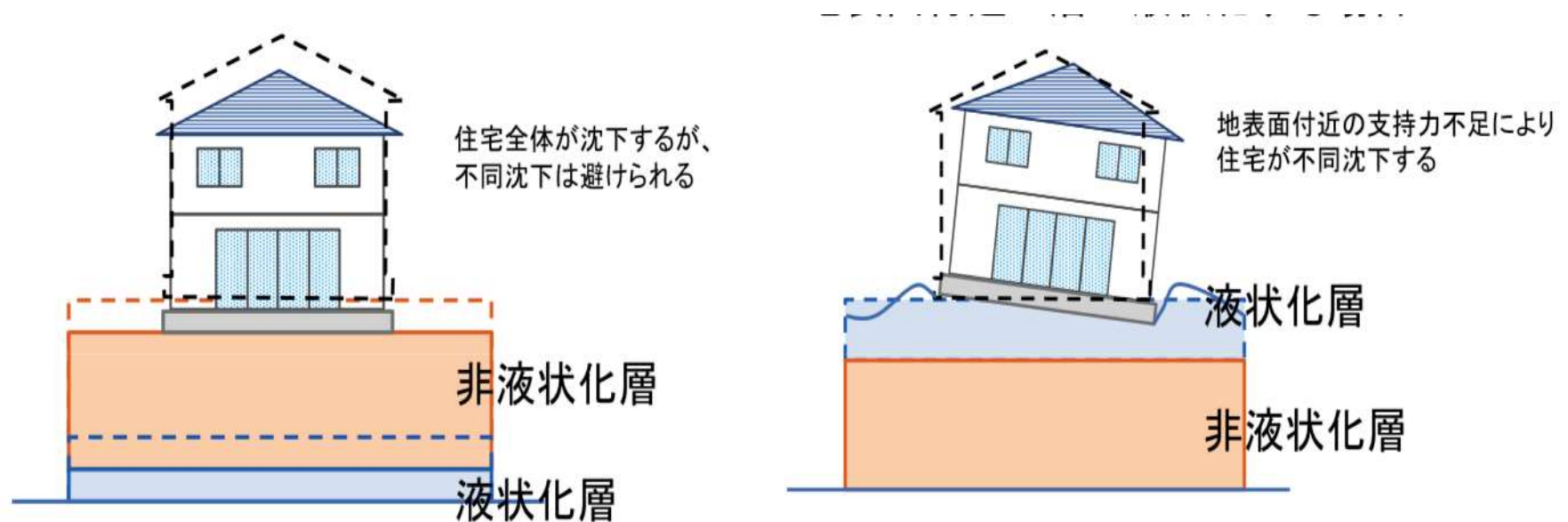


位相図

地盤の中で
変形が徐々に
にずれる。

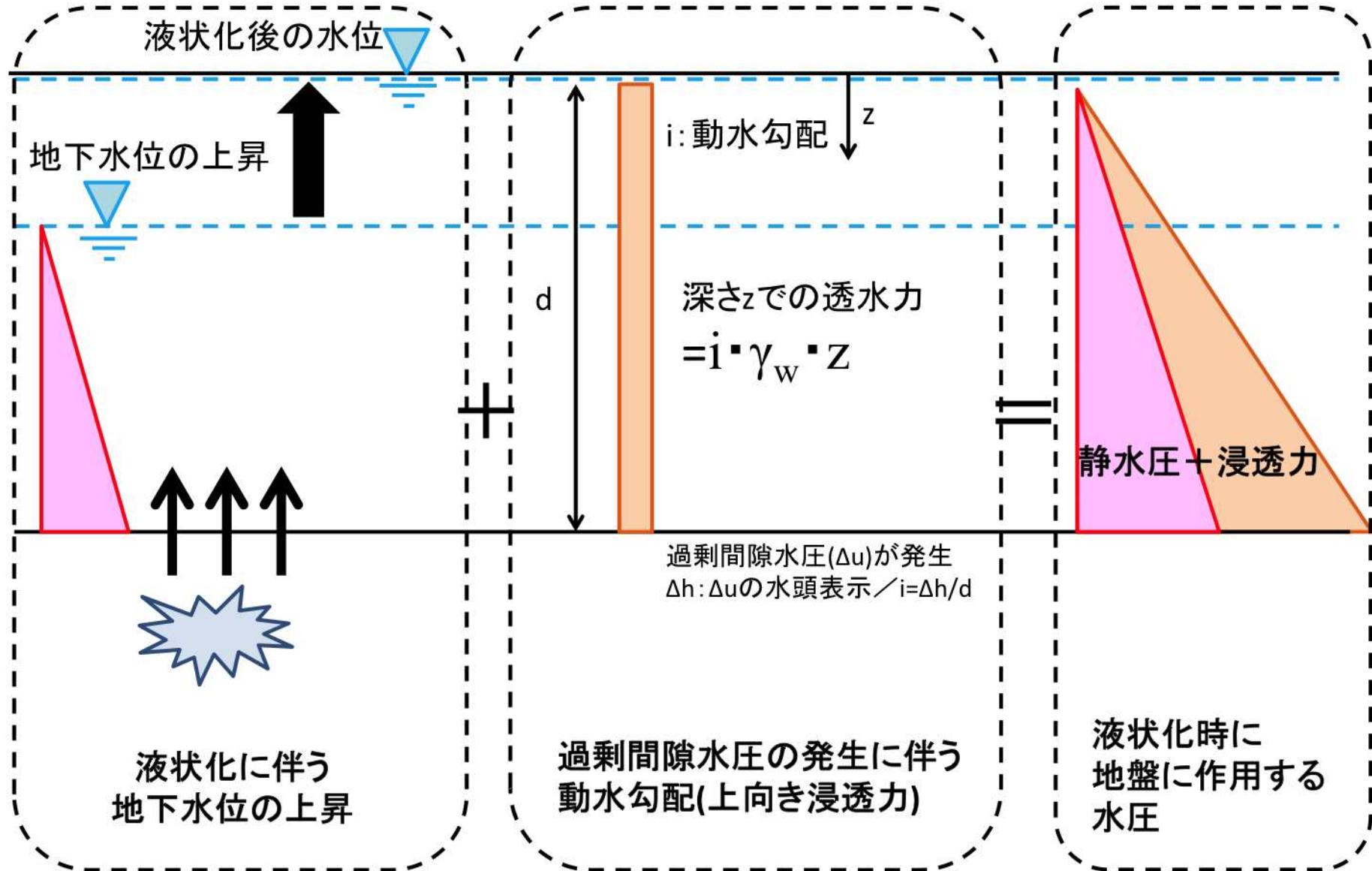


液状化層の違いによる被害

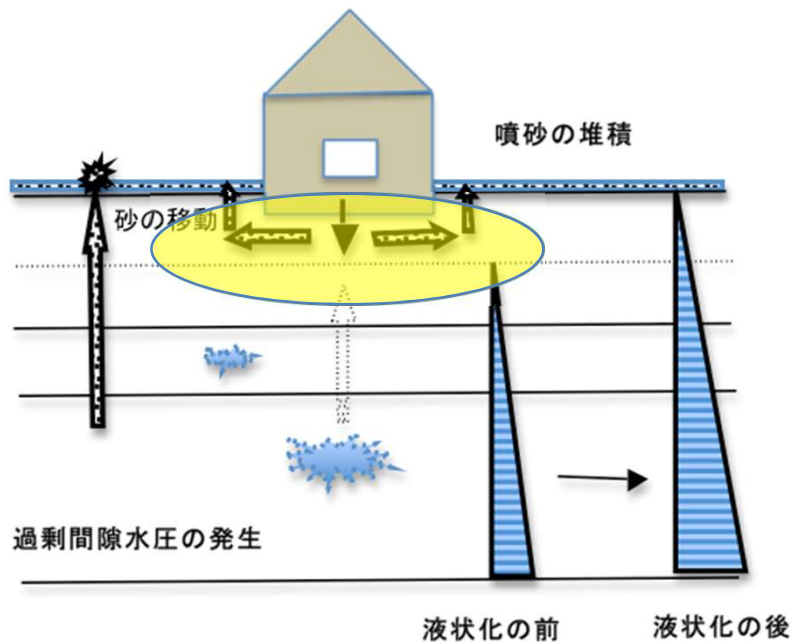


非液状化層が砂質土であると、下部からの水圧で液状化に至ることがある(2次液状化)。地震後、暫くして生じる液状化。

過剰間隙水圧による透水力の考え方



浅い層の1次、2次液状化による障害



①液状化層での沈下

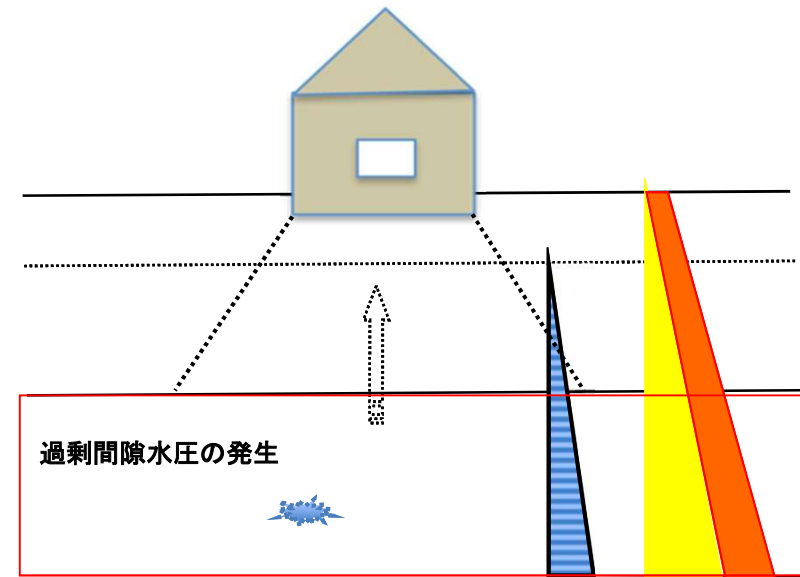
- 全域で自重による圧縮
(沈下)

②表層部での支持力低下、時には流動化

- 表層部への浸透流(透水力)による有効応力の低下が原因

深い位置での液状化現象

- 過剰間隙水圧の伝搬の影響が地表付近に達するかどうかの問題
- (短期支持力の確保)
- 達しなければ、見かけ上、支持力は確保
- この影響を低減する可能性
- →排水(ドレーン)の設置
(礫、人口ドレーンパイプ)
- (杭基礎であれば、**抜け上がり**が生じることもあり、一般の建築物では、これ以上の対策はまれである。最初から、この沈下を見込んでスカートをはかす場合もある)

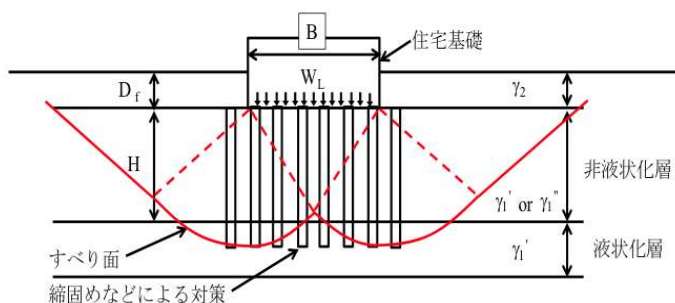


基本的検討方法

べた基礎、表層改良、締固め、ドレーン型改良地盤

地盤の許容応力度計算方法（上昇する水圧の評価が必要）

局所せん断破壊



$$q_a = \frac{2}{3} (i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

$$\gamma_1 = \gamma_{1' liq} + \frac{z}{B} \cdot (\gamma_1' - \gamma_{1' liq})$$

$$\gamma_{1'} = (1 - r_u) \cdot \gamma_1''$$

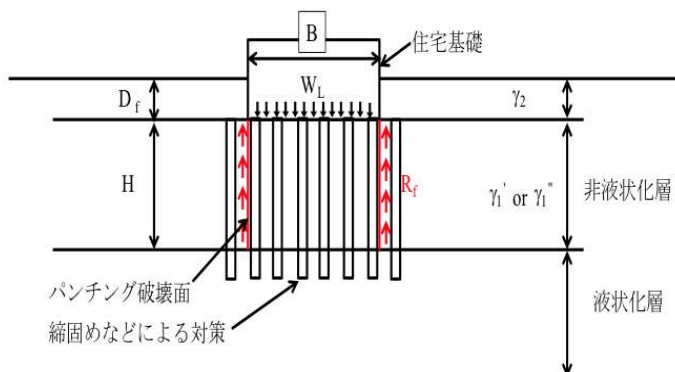
q_a : 地盤の許容力度

$\gamma_{1' liq}$: 液状化層の地盤の単位体積重量

γ_1' : 非液状化層の地盤の単位体積重量

γ_1'' : 震動前の地盤の単位体積重量

パンチング破壊



$$R_a = \frac{2}{3} R_f$$

$$R_f = \frac{1}{2} \cdot K_0 \cdot \gamma_1' \cdot H^2 \cdot \tan \phi \cdot (B + L) \cdot 2$$

$$\gamma_1' = (1 - r_u) \cdot \gamma_1''$$

R_a : 地盤の許容応力(支持力)

γ_1' : 非液状化層の地盤の単位体積重量

γ_1'' : 震動前の地盤の単位体積重量