

# 名詞解說專欄

## 液化參數折減 (Liquefaction Parameters Reduction)

林三賢\*

「建築技術規則建築構造篇」(內政部，2004a)第48條之一：

建築基地應評估發生地震時，土壤產生液化之可能性，對中小度地震會發生土壤液化之基地，應進行土質改良等措施，使土壤液化不致產生。對設計地震及最大考量地震下會發生土壤液化之基地，應設置適當基礎，並以折減後之土壤參數檢核建築物液化後之安全性。

條文中並未針對折減之”土壤參數”做進一步的說明其中所指的參數究竟為土壤之強度？模數？或是工程師常用於樁/土互制分析所用之地盤反力係數(i.e. p-y曲線之斜率)？等。

「建築物基礎構造設計規範」(內政部，2004b)第十章、土壤液化評估之第10.6節，液化地層土質參數之折減一節所述：

對於判定會液化之土層，在設計分析時應將其土質參數作適當之折減，作為耐震設計之依據。該節之”解說”：液化後之砂質土層，其強度及承载力會降低，因此，依規範判定會液化之砂質土層，應將其土質參數折減作為耐震設計上之土質參數。關於液化地層土質參數之折減係數，在日本道路協會「道路橋示方書·同解說-V耐震設計編」(1996年)及日本建築學會「建築基礎構造設計指針」(1988)中均列有建議之土質參數折減係數表，分別如原文獻表-解10.6-1及表-解10.6-2(註:此表與地盤工學會(2005)第173頁之表-4.15相同)所示，比較此兩表所列舉之折減值，可知其間之差異性甚大，顯然兩者之設計理念並不一致，而有關於液化後土壤之殘餘強度，目前已有之研究資料仍相當有限，於工程設計時應採用保守之估計為宜...

由以上規範內所指之液化參數折減係指土壤強度(R或 $N_a$ 值)之折減。而民國94年三月中興工程科技研究發展基金會所翻譯日本地盤工學會之「地盤及基礎結構物的耐震設計」一書之173

頁4.6.2節第四行則指出，

...以上所提之土壤參數的折減係數 $D_E$ ，所謂乘以 $D_E$ 藉以折減的土壤參數，係指地盤反力係數、地盤反力的上限值及最大周面摩擦力。然而，同一書之第342頁第10至17行則指出：若地盤發生液化，則水平地盤反力係數(註： $K_h$ )會減小。因此，在液化地盤的樁的水平阻抗的探討方面，可將 $K_h$ 與 $P_{max}$ (註：Broms[4]與[5]法所得之極限水平地盤反力)依下式加以減小(參考原文獻圖-8.20)：

$$K_{h1} = \beta K_{h0} y_r^{-1/2} \dots\dots\dots(1)$$

$$P_{max1} = \alpha P_{max} \dots\dots\dots(2)$$

式中， $\alpha$ 、 $\beta$ 為修正 $N_a$ 值(註：修正後之SPT-N值)與深度的函數，可用原文獻圖-8.21求得。對照圖-8.20與圖-8.21，後者為 $\beta$ 值，則 $\alpha$ 值為何？地盤工學會並未作進一步的說明，此時之 $\alpha$ 值是否與前述之 $D_E$ 值同仍待求證。

綜上所述，有關”液化參數折減”一詞，係指針對會液化土層若地盤發生液化，則其所謂的參數可為土壤強度、樁/土互制分析(本說明以此樁、土互制行為為例)時之地盤反力係數、或極限水平地盤反力參數之折減。此外，為何同一折減係數得以用於強度及地盤反力係數之折減，則有待更進一步之研究及釐清。

表-解 10.6-1 日本道路協會規範之土質參數折減係數  $D_E$

抗液化安全係數, $F_L$	地表面下深度, $z$	土質參數折減係數 $D_E$	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq z \leq 10$	0	1/6
	$10 < z \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq z \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < z \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq z \leq 10$	2/3	1
	$10 < z \leq 20$	1	1

註：R為依該規範計算所得之土壤抗液化剪力強度比  
 $F_L = R/L =$ 土壤抗液化剪力強度比/地震時剪應力比

\* 國立台灣海洋大學

表-解 10.6-2 日本建築學會規範之土質參數折減係數  $D_E$

抗液化安全係數, $F_L$	地表面下深度, $z$	土質參數折減係數 $D_E$		
		$N_a \leq 10$	$10 \leq N_a \leq 20$	$20 \leq N_a$
$F_L \leq 0.5$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.05	0.1
	$10 < z \leq 20$	0	0.1	0.2
$0.5 < F_L \leq 0.75$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.1	0.2
	$10 < z \leq 20$	0.05	0.2	0.5
$0.75 < F_L \leq 1.0$	$0 \leq z \leq 10$	0.05	0.2	0.5
	$10 < z \leq 20$	0.1	0.5	1.0

註： $N_a$  為依該規範計算所得之土壤抗液化  $N$  值

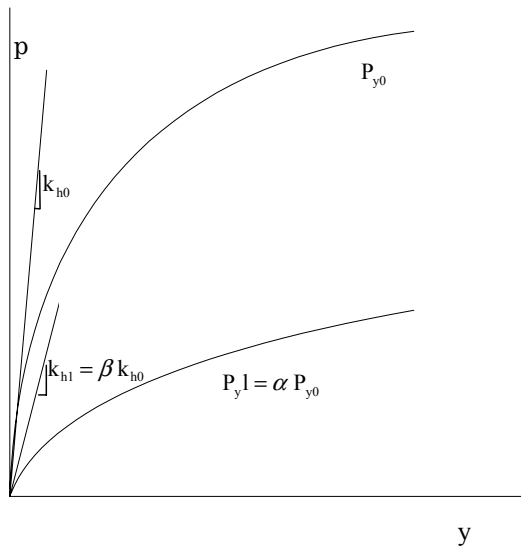


圖-8.20 在液化地盤的水平地盤反力的減小(地盤工學會，2005)

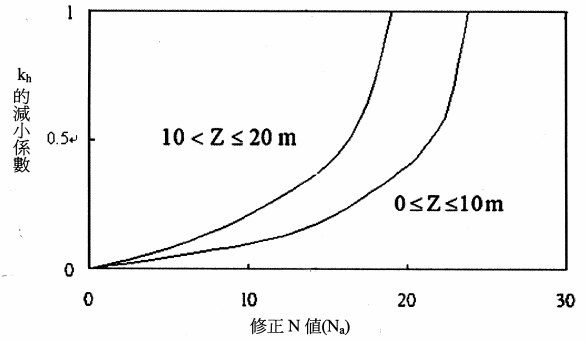


圖-8.21 在液化地盤的水平地盤反力係數的減小與修正  $N$  值的關係(地盤工學會，2005)

### 參考文獻

內政部(2004a)，建築技術規則-建築構造篇，營建雜誌社。  
 內政部(2004b)，建築物基礎構造設計規範，營建雜誌社。  
 地盤工學會(2005)，地盤及基礎結構的耐震設計，財團法人中興工程科技研究發展基金會譯印。  
 日本道路協會(1996)，道路橋示方書·同解說-V耐震設計編。  
 日本建築學會(1988)，建築基礎構造設計指針。  
 BROMS, B.B., (1964) "Lateral Resistance of Piles in Cohesive Soils", *Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, ASCE, 90(SM2), pp. 27-63.  
 BROMS, B.B., (1964) "Lateral Resistance of Piles in Cohesionless Soils", *Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, ASCE, 90(SM3), pp. 123-156.