

FORÇA DE ARRANQUE DE PLACAS DE ANCORAGEM

Uplift Resistance of slab Anchors

por

José Folque *

RESUMO — São sumariamente apresentadas algumas propostas recentes para cálculo da capacidade de resistência ao arranque de ancoragens em placa.

SYNOPSIS — A short overview is presented concerning the practical computation of uplift resistance of slab anchors.

1 — É este um tema que, apesar do interesse que apresenta, só de forma fragmentária e esparsa se encontra tratado na bibliografia geotécnica. Mais uma razão para realçar o artigo de Frydman *et al.* (1989) em que se apresenta um tratamento da questão que tem em atenção todos os parâmetros, geométricos e mecânicos, que estão em jogo.

Em consequência do que ficou dito afigura-se que uma revisão de alguma bibliografia e, sobretudo, uma recensão do mencionado artigo de Frydman, merece ser feita. O objectivo será apresentar, em termos de síntese, as propostas que têm sido apresentadas para cálculo da força de arranque de ancoragens em placa.

Começa-se por fazer notar que só se vai tratar de ancoragens em solos arenosos. É o que praticamente interessa porque em solos argilosos não é recomendável adoptar ancoragens em placa. Com efeito, se se tratar de solos argilosos moles, a escavação que se terá de efectuar para instalar a placa terá forçosamente grandes dimensões, com taludes muito suaves; o preenchimento da escavação forçosamente será feito com areias. E será nas areias de preenchimento da escavação que se instalarão as superfícies de corte que limitam o prisma que acompanha a placa no seu arrancamento. Se, noutra hipótese, os solos em que se vai instalar a placa são argilas duras, abrir-se-á então uma escavação relativamente estreita para alojar a placa, e o arrancamento dar-se-á por expulsão da “rolha” de areia que preenche a escavação. A força de arranque será condicionada pela resistência ao corte no contacto areia de preenchimento-solo natural. É óbvio que é uma solução sem interesse técnico.

2 — PLACAS HORIZONTAIS EM BANDA

Para placas horizontais em banda, problema obviamente a duas dimensões, Meyerhof e Adams (1968) preconizaram, para uma placa de largura B situada à profundidade H , que a força de arranque por unidade de comprimento, p , fosse calculada por

$$p = \gamma H B N_q \quad (1)$$

* Investigador pelo LNEC

em que

$$N_q = 1 + 0,95 (H/B) \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

Murray e Geddes (1987) propuseram por sua vez

$$N_q = 1 + (H/B) \operatorname{tg} \varphi \quad (3)$$

ou, pretendendo-se uma expressão reputada mais precisa

$$N_q = 1 + (H/B) [\operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} (\varphi/2)] \quad (4)$$

É importante ter presente que o valor de φ a ser adoptado tem de ser determinado tendo em atenção o estado de tensão que é de prever na zona média do prisma de areia acima da placa (e, evidentemente, o grau de compactação que se impõe na construção do aterro de preenchimento da vala em que se aloja a placa). O primeiro dos requisitos é tarefa difícil. Um procedimento aceitável será adoptar o φ que corresponde à tensão média de peso próprio no solo acima da placa.

3 — FACTORES DE FORMA

Para placas quadradas, rectangulares ou circulares, a capacidade de arranque pode ser calculada adoptando convenientes factores de forma

$$S_f = (N_q)_f / N_q \quad (5)$$

sendo $(N_q)_f$ e N_q , respectivamente

- capacidade de arranque de placa quadrada, rectangular ou circular
- idem, para placa em banda cf. (2), (3) ou (4)

3.1 — Placas Quadradas

De acordo com dados bibliográficos (Dickins, 1987; Murray e Geddes, 1988; Hoshyia e Mendel, 1987) placas quadradas horizontais terão coeficientes, S_{qu} , que, para areias densas, varia proporcionalmente a $\log(H/B)$. Uma equação que se ajusta bem aos valores propostos pelos diversos autores é

$$S_{qu} = 1,51 + 2,35 \log (H/B) \quad (6)$$

3.2 — Placas Rectangulares

As mesmas fontes bibliográficas permitem admitir que a resistência ao arranque de uma sapata rectangular de dimensões $B \times L$ terá um factor de forma, S_r , que se pode relacionar com o factor de forma da sapata quadrada por intermédio de

$$S_r = 1 + [(B/L - 0,15) (S_{qu} - 1)]/0,85 \quad (7)$$

3.3 — Placas circulares

De acordo com Meyerhof (1973) e Ovesen (1981) o factor de forma de placas circulares poderá ser determinado tomando uma placa quadrada com a mesma área. Portanto

$$H/B = \sqrt{4/\pi} (H/D) \quad (8)$$

Substituindo em (6) virá

$$S_c = 1,51 + 2,35 \log [\sqrt{4/\pi} (H/D)] \quad (9)$$

4 — PLACAS INCLINADAS

Começar-se-á por fazer notar que, na prática, o esforço de arranque é sempre aplicado perpendicularmente ao plano da placa. Falar-se da inclinação da placa com a horizontal é, evidentemente, o mesmo que falar-se da inclinação do esforço com a vertical.

Nesta questão há estudos analíticos disponíveis e também cálculos relativos a casos concretos, conduzidos por métodos numéricos. Há ainda um importante acervo de resultados de estudos em modelo e de estudos *in situ* (Frydman *et al.*, 1989).

Uma forma cómoda de exprimir a resistência ao arranque de placas inclinadas é definir um coeficiente, i , função da inclinação da placa, tal que

$$i = (N_q)_i / N_q \quad (10)$$

onde N_q é o coeficiente que corresponde a uma placa horizontal, com dimensões e relação H/B iguais aos da placa em consideração.

O conjunto de dados disponíveis, analíticos e experimentais, levam a poder recomendar-se, para uma placa *vertical* actuada na *horizontal*, a seguinte variação do i com H/B

$$i_{90} = 2,5 - 0,23 H/B \quad (11)$$

Para placas com diversas inclinações a variação da resistência ao arranque está longe de ser linear. Para fins práticos poder-se-á porém considerar a curva de variação como decomposta em dois ramos lineares. Para inclinações da placa, α , entre 0 e 40 graus, isto é, para placas com posição que se vai desde a horizontal até à inclinação de 40 graus com a horizontal, o efeito da inclinação é *pequeno*. Poder-se-á pois tomar

$$i_{(0 \text{ a } 40)} = 1,0 \quad (12)$$

Para placas com inclinação, α de 40 graus a 90 graus recomenda-se adoptar

$$i_{(40 \text{ a } 90)} = 1 + [(\alpha - 40^\circ)/50^\circ] (i_{90} - 1) \quad (13)$$

BIBLIOGRAFIA

- DICKINS — 1988, *Stress displacement response of buried plates*, Int. Conf. Centrifuge Models, Paris.
 FRYDMAN e SHEHAM — 1989, *Pullout capacity of slab anchors in sand*, *Canad. Geot. J.* (26).
 HOSHIYA e MANDAL — 1984, *Some studies on anchor plates in sand*, *Soils and Foundations* (5).
 MEYERHOF e ADAMS — 1986, *The ultimate uplift capacity of foundations*, *Canad. Geot. J.* (5).
 MEYERHOF — 1973, *Uplift resistance of inclined anchors*, 8th Int. Conf. Soil Mec., Moscovo.
 MURRAY e GEDDES — 1987, *Uplift of anchor plates in sand*, ASCE, J. Geot. Eng. (113).
 OVERSEN — 1981, *Centrifuge tests of the uplift capacity of plates*, 9 th Int. Conf. Soil Mec., Estocolmo.