



Dall'articolo di Radughin, come già anche da quello di Novozilov, si deduce che impiegando i pali battuti nei terreni poco permeabili:

- non è possibile né economicamente giustificato riferirsi, nella valutazione della loro portata, ai rifiuti ottenuti durante l'infissione
- è necessario posticipare l'eventuale esecuzione delle prove di carico statiche a 30 ÷ 60 giorni dalla loro infissione
- comunque, volendo valutare la portata dei pali infissi in base alle formule dinamiche, pur riferendosi ai rifiuti dei pali ribattuti dopo qualche tempo dalla loro infissione, è indispensabile determinare non solo le penetrazioni permanenti del palo stesso ma anche gli abbassamenti reversibili del sistema palo-terreno onde essere in grado di calcolare tutti i componenti d'assorbimento dell'energia dell'urto anelastico.

(Michele Jamiolkowski)

Cedimenti di un palo di fondazione.

N. S. MATTES, H. G. POULOS - *Settlement of single compressible pile*. Journal Soil Mech. Found. Div., Proc. ASCE, Vol. 95, SMI, Jan. 1969.

L'articolo che qui si recensisce fa seguito ad altri studi sullo stesso argomento apparsi recentemente [POULOS,

DAVIS, 1968; POULOS, 1968] e riferisce sugli ultimi risultati di una vasta ricerca a carattere teorico in corso presso l'Università di Sidney in Australia sui cedimenti delle palificate di fondazione.

Lo studio è condotto schematizzando il sottosuolo come un mezzo omogeneo, isotropo e dotato di elasticità lineare; viene preso in esame un palo cilindrico a sezione circolare, eventualmente con base allargata. La condizione da rispettare per ottenere la soluzione del problema è che — per ogni punto della superficie esterna del palo — vi sia congruenza degli spostamenti del palo stesso e del terreno circostante. Un'indagine preliminare ha mostrato che la congruenza degli spostamenti in direzione radiale può essere trascurata senza commettere errori degni di nota; limitandosi ad imporre la congruenza degli spostamenti in direzione verticale l'analisi del problema si semplifica notevolmente.

Il procedimento adottato dagli Autori consiste nel suddividere il palo in un certo numero di elementi, ognuno dei quali è supposto caricato da uno sforzo tangenziale incognito uniformemente distribuito lungo la sua superficie laterale. La base del palo viene assimilata ad una piastra circolare rigida, anch'essa assoggettata ad un carico incognito.

Gli spostamenti verticali del terreno, provocati dalle sollecitazioni tangenziali agenti lungo ciascun elemento del fusto del palo e dalle sollecitazioni normali agenti alla base del palo stesso, possono essere calcolati con una doppia integrazione delle ben note formule di MINDLIN. Si ottengono in tal modo una serie di coefficienti di influenza, che permettono di esprimere agevolmente le condizioni di congruenza sotto forma di un sistema di n equazioni, se il palo è stato suddiviso in $n-1$ elementi: le incognite di tale sistema sono gli $n-1$ valori della sollecitazione tangenziale agente su ciascun tronco del palo, oltre al valore della sollecitazione normale alla base. Gli Autori adottano $n-1 = 10$, ritenendolo un giusto compromesso fra precisione e semplicità dell'analisi.

Applicando sistematicamente il procedimento sopra esposto, con l'ausilio di un calcolatore elettronico, sono stati condotti una serie di studi parametrici i cui risultati sono illustrati in numerosi grafici.

Le principali conclusioni che gli Autori traggono da tali risultati sono appresso elencate:

- 1) La deformabilità del palo modifica sensibilmente la distribuzione delle sollecitazioni tangenziali rispetto al caso di palo rigido studiato in precedenza. Man mano che il palo diviene più compressibile rispetto al terreno circostante, l'aliquota di carico trasmessa alla punta diminuisce.
- 2) Il parametro che governa il fenomeno è il coefficiente di rigidità

$$K = \frac{E_p}{E_s} \frac{4 A_p}{\pi d^2}$$

ove E_p è il modulo di Young del materiale costituente il palo, E_s il modulo di Young del terreno, A_p l'area della sezione del palo e d il suo diametro. Il valore di K al di là del quale il palo si comporta come rigido aumenta all'aumentare del rapporto L/d fra lunghezza e diametro del palo; in altre parole l'influenza della compressibilità è maggiore per pali relativamente snelli.

3) Per un determinato carico e per determinate dimensioni del palo, il cedimento della testa del palo aumenta ed il cedimento della punta diminuisce al diminuire di K .

4) Per carichi molto minori del carico limite, la maggior parte del cedimento avviene istantaneamente ed il cedimento di consolidazione è percentualmente di modesta entità.

5) La presenza di uno strato rigido

ad una profondità h esercita sui valori dei cedimenti di un palo una influenza modesta e decrescente con K . In generale per $h \geq 2L$ la presenza dello strato rigido può essere ignorata.

6) La forma della relazione carichi-cedimenti fino al carico di rottura è marcatamente influenzata dal valore di K . Man mano che K diminuisce si verificano scorrimenti locali in corrispondenza di valori sempre più bassi del carico, e di conseguenza la relazione carichi-cedimenti si discosta dalla linearità in un intervallo sempre più ampio.

7) La riduzione nel cedimento che consegue ad un allargamento della base del palo è praticamente indipendente dal valore di K .

8) Il paragone fra i risultati teorici

ed esperienze in vera grandezza effettuate su pali di grande diametro nell'argilla di Londra [WHITAKER, COOKE, 1966] mostra un accordo abbastanza soddisfacente.

Lo scrivente ritiene che indagini di questo tipo non siano suscettibili di immediata applicazione pratica; in quanto esse sono basate su una schematizzazione troppo spinta dell'effettivo comportamento del terreno e trascurano fattori della massima importanza, quali ad esempio l'effetto che la costruzione del palo esercita sulle caratteristiche del terreno circostante.

Pur con queste limitazioni, tuttavia, i risultati esposti — se analizzati criticamente — possono contribuire in misura importante ad una miglior com-

preensione del comportamento dei pali di fondazione.

(Carlo Viggiani)

BIBLIOGRAFIA

POULOS H. G. (1968) - *Analysis of the settlement of pile groups*. Géotechnique, Vol. 18.

POULOS H. G., DAVIS E. H. (1968) - *The settlement behaviour of single axially loaded piles and piers*. Géotechnique, Vol. 18.

WHITAKER T., COOKE R. W. (1966) - *An investigation of the shaft and base resistances of large bored piles in London clay*. Proc., Symp. on Large Bored Piles, London, England.