

Patologia dei pali di fondazione*

C. MASCARDI**

Ritengo si possa in linea di massima affermare che ad ogni tipo esecutivo di pali corrispondono malformazioni o incidenti di esecuzione altrettanto tipici.

Così ad esempio per i pali prefabbricati in c.a. e battuti è tipica la rottura del palo durante la battitura, in presenza di strati consistenti o trovanti; per i pali a tubo battuto e base espansa, gettati in opera con calcestruzzo molto asciutto è caratteristica la mancata presa del calcestruzzo in presenza di terreni che sottraggono acqua al getto (limi e argille non saturi); per i pali metallici infissi sono tipici la deviazione dei pali lunghi o l'accartocciamento della base in presenza di trovanti e strati duri.

Mi soffermerò più dettagliatamente sui difetti esecutivi tipici dei pali trivellati, distinguendo quelli con impiego di rivestimento provvisorio (camicia) da quelli trivellati con ausilio di fanghi bentonitici.

Per i pali trivellati con impiego di rivestimento provvisorio infisso e manovrato a percussione e a pressione, esiste incompatibilità tra le modalità esecutive che consentono la mobilitazione massima della capacità portante per attrito laterale e quelle che consentono la manovra delle colonne di rivestimento; infatti mentre per il primo scopo occorre mantenere più elevate possibili densità e pressioni orizzontali del terreno attraversato, per il secondo scopo è necessario ridurle a livelli minimi.

Per esempio un palo di 1,50 m di diametro in terreni incoerenti sotto falda, profondo 25 m, viene accreditato di una portata laterale limite di circa 1000 t; se le tensioni orizzontali non dovessero venir rilasciate durante la perforazione, occorrerebbe una forza di estrazione delle colonne dello stesso ordine di grandezza ed un momento applicato dal giracolonne di circa 750 tm; tali valori superano di oltre il doppio quelli delle attrezzature disponibili normalmente.

La perforazione deve quindi essere condotta in

modo da ridurre le pressioni sulla colonna; non è garantito che le pressioni possano essere ricostituite fino ai valori preesistenti in fase di getto, ad opera della spinta esercitata dal calcestruzzo.

Un caso particolarmente delicato è costituito dall'incontro di strati di argilla mediamente compatta seguita da sabbie fini con falda a quota superiore al tetto della sabbia. (vedi figura).

In fase di perforazione lo strato di argilla trattiene la sabbia impedendole di richiudersi sulla colonna; si può formare quindi una cavità imbutiforme piena di acqua sporca, delimitata superiormente dalla base dello strato argilloso. Se, in fase di getto, la manovra di estrazione della colonna viene effettuata in corrispondenza della cavità, acqua e calcestruzzo si mescolano senza variazioni apprezzabili del volume complessivo, perché l'acqua non può essere istantaneamente espulsa in un terreno di permeabilità non elevatissima.

Il risultato finale è un tratto di palo costituito da un calcestruzzo di pessime caratteristiche di resistenza, spesso ridotto ai soli inerti, perché il rapporto acqua/cemento è risultato localmente così elevato da impedire la presa.

I pali trivellati con rivestimento provvisorio infisso con vibratore rappresentano un notevole miglioramento degli aspetti discussi; l'efficacia dei vibratorii è scarsa in terreni coesivi.

I pali trivellati a fango, contrariamente all'opinione, abbastanza diffusa tra i non specialisti, che presentino rischi per instabilità del foro in fase di perforazione, temono a questo riguardo solo condizioni relativamente rare e comunque accertabili a priori: la presenza di falde artesiane o di strati ad elevatissima permeabilità (ghiaie senza sabbia). La fase delicata è quella del getto. In prossimità del contatto tra calcestruzzo e fango si verificano due fenomeni:

— flocculazione della bentonite per l'azione chimica degli ioni liberati dalla reazione di idratazione del cemento;

— decantazione del materiale fine sospeso nel fango, favorita anche dalla flocculazione.

Si viene conseguentemente a creare un «cappellaccio» di bentonite flocculata e sabbia fine decantata sovrastante il calcestruzzo, che ha spes-

* Contributo al «panel» sul tema: «Fondazioni profonde» all'XI Convegno di Geotecnica, Milano, marzo 1973.

** Dott. ing. Claudio MASCARDI dello Studio Geotecnico Italiano di Milano.

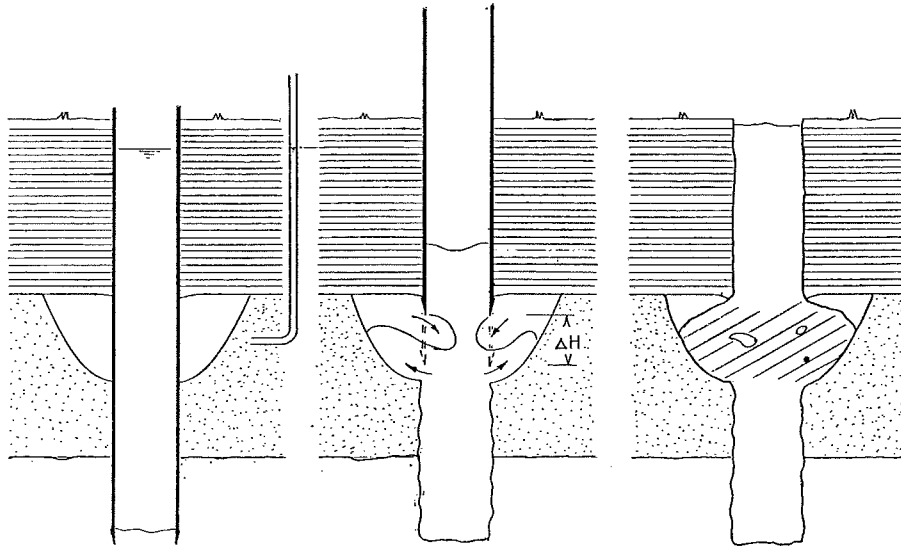


Fig. 1. - Interruzione nel fusto di un palo trivellato: a) formazione della cavità nel terreno sabbioso; b) manovra di estrazione della camicia in corrispondenza della cavità; c) palo ultimato.

sore tanto maggiore quanto più carico di detriti era il fango al termine della perforazione e quanto più si protraggono nel tempo le operazioni di getto.

Il cappellaccio risale regolarmente accompagnando il calcestruzzo, finché lo spessore è tale da non mobilitare forti resistenze al bordo e contro la gabbia di armatura; se questo accade, la pressione del calcestruzzo «sfonda» il cappellaccio nella zona centrale, ed il materiale che lo co-

stituisce resta inglobato nel getto, causando una forte riduzione della sezione resistente.

Per combattere il fenomeno occorre:

- limitare il tempo di getto, aumentando la velocità di fornitura del calcestruzzo;
- limitare la quantità di detriti fini sospesi nel fango di perforazione, per esempio adottando la circolazione rovescia del fango;
- studiare l'accoppiamento cemento/bentonite in modo da ridurre la flocculazione.

SUMMARY

Some shortcomings in the construction of bored piles

The paper represents a contribution to the panel

discussion on the theme: « Deep Foundations » at the XI Italian Geotechnical Conference, Milano, March 1973.