

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHUNG THIẾT BỊ CÔNG TÁC MÁY KHOAN CỌC XI MĂNG ĐẤT PHỤC VỤ XỬ LÝ NỀN MÓNG CÔNG TRÌNH QUÂN SỰ

GENERAL DESIGNING OF WORKING EQUIPMENT OF A SOIL-CEMENT
PILE DRILL MACHINE FOR USING TO TREAT THE SOFT SOIL IN MILI-
TARY CONSTRUCTIONS

TS. Trần Hữu Lý
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Sử dụng công nghệ cọc xi măng đất để xử lý nền đất yếu đang được sử dụng phổ biến ở nước ta trong các lĩnh vực xây dựng đường giao thông, sân bay, bến cảng... Hiện nay, các đơn vị thi công chủ yếu nhập máy và thiết bị từ nước ngoài về rất tốn kém ngoại tệ, trong khi đó nền cơ khí chế tạo trong nước đủ điều kiện để sản xuất các cụm chi tiết trong tổ hợp thiết bị thi công cọc xi măng đất. Bài báo đã đưa ra phương pháp tính toán thiết kế chung thiết bị công tác máy khoan cọc xi măng đất. Kết quả có thể sử dụng để thiết kế cụm công tác này theo kết cấu nguyên bản của các dạng máy khoan cọc xi măng đất trên thị trường, hoặc có thể tích hợp thiết bị công tác này lên các máy, thiết bị cơ sở khác để tăng hiệu quả sử dụng thiết bị và giảm chi phí đầu tư ban đầu cho các đơn vị thi công.

Từ khóa: Cọc xi măng đất, cánh trộn, công suất dẫn động, lưu lượng vữa.

ABSTRACT

Using the soil-cement piles drilling technology to treat the soft soil being used widely in construction of roads, airports, seaports in Vietnam. Currently, almost of constructed units mainly import expensive machines and equipments lead to high price of constructions. Meanwhile, the assemblies of the soil-cement pile assembly are possible manufactured with the local technology to reduce the product cost and the initial investment. The paper presents the general designed method for working soil-cement pile drilling equipment. The results can be used to design this assembly according to the original structure of the types of soil-cement drilling machines on the market, or to integrate this equipment into other machines to increase the efficiency of equipment utilization and reduce the initial investment cost for construction units.

Keywords: Soil-cement pile, mixing blade, driving power, cement flow rate

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương pháp cọc xi măng đất (CXMD) đã được sử dụng từ rất lâu để cải tạo nền đất yếu. Mục đích của phương pháp này là cải thiện các đặc trưng của đất (như tăng cường độ kháng cắt, giảm tính nén lún) bằng cách trộn đất nền với xi măng (vữa xi măng) để chúng tương tác với nhau. Phương pháp trộn sâu đất có thể phân loại theo chất kết dính (xi măng, vôi, thạch cao, tro bay) và theo phương pháp trộn (khô/trớt, quay/phun tia, guồng xoắn/lưỡi cắt) [1,2].

Tổ hợp thiết bị thi công cơ giới hoá cao, vận chuyển và lắp dựng được thực hiện nhanh chóng và có thể di chuyển trên nền đất có cường độ thấp, bao gồm: Máy khoan (hình 1a), máy phát điện, cụm máy nén khí; cụm thiết bị cung cấp xi măng; thiết bị định lượng-điều khiển. Thiết bị điện tử tích hợp trên máy khoan kiểm soát chặt chẽ việc bơm phun gia cố: Các thông số của CXMD được lưu vào thiết bị và được in ra dưới dạng phiếu có đầy đủ các thông tin về cây cọc đó (chiều sâu khoan, chiều sâu bơm phun, lượng xi măng được phun ra trên từng mét dài cọc, khối lượng xi măng bơm phun cho toàn cây cọc, thời gian bắt đầu và kết thúc cho từng cây cọc) [2].

Việc áp dụng phương pháp thi công này vào xử lý nền móng cho các công trình dân sinh và đặc biệt là các công trình quân sự ở nước ta đang đặt ra nhu cầu cải tiến các thiết bị nhập ngoại, cũng như từng bước chế tạo trong nước các cụm thiết bị trong tổ hợp máy.

2. PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ CHUNG THIẾT BỊ CÔNG TÁC MÁY KHOAN

2.1. Phương án kết cấu thiết bị công tác

Bộ công tác của máy khoan xi măng cọc đất có kết cấu điển hình (hình 1b), các cánh

trộn (4) được kết cấu để trộn đồng đều nhất đất và hỗn hợp xi măng phun vào theo thiết kế cho trước. Theo đó, các cánh trộn (4) được bố trí dọc theo thân cần khoan (3) có tác dụng cắt và trộn đất với hỗn hợp xi măng được phun vào với áp suất tính toán tại các vị trí lỗ phun (2) và (5). Tốc độ quay và dịch chuyển lên xuống của cần khoan (3) sẽ được điều chỉnh tùy theo địa chất khu vực thi công, sao cho tính chất đồng đều và lượng xi măng trong cọc thành phẩm đảm bảo chỉ tiêu theo yêu cầu thiết kế.

Để giữ cụm cần khoan-bộ công tác sử dụng cần máy của máy khoan CXMD (hình 1a,c,f), hoặc có thể sử dụng thiết bị công tác của các loại máy thi công khác như máy xúc (hình 1d) hoặc là cần trục (hình 1g).

Tùy theo phương pháp thi công và công suất của thiết bị mà bộ công tác được bố trí dạng cọc đơn (hình 1f), cọc kép (hình 1c) hoặc với số lượng cọc lớn hơn. Thông thường khi máy dẫn động đồng thời 3 cần khoan, người ta có thể bố trí cần khoan thành hàng ngang hoặc hàng dọc theo thân máy. Với trường hợp bộ công tác 4 cần khoan thì thường bố trí 4 cọc này tạo thành 1 hình vuông. Với các máy nhiều cần khoan thì khoảng cách thiết kế giữa các cần khoan được cố định trên khung theo khoảng cách giữa các cọc theo phương án thiết kế nền móng của công trình. Giải pháp kết cấu để thay đổi khoảng cách giữa các cọc cũng được tính tới để đảm bảo khả năng thi công của tổ hợp máy cho các công trình khác nhau.

2.2. Phương án truyền động thiết bị công tác

Để dẫn động chuyển động tịnh tiến lên, xuống của cần khoan có thể sử dụng truyền động cáp (hình 1a,g); truyền động bánh răng-thanh răng (hình 1f), truyền động xích (hình 1c,d) Cụm truyền động quay cần khoan có thể được lắp trên cao (lắp treo) và di chuyển cùng cần khoan (hình 1a,g), hoặc được lắp cố

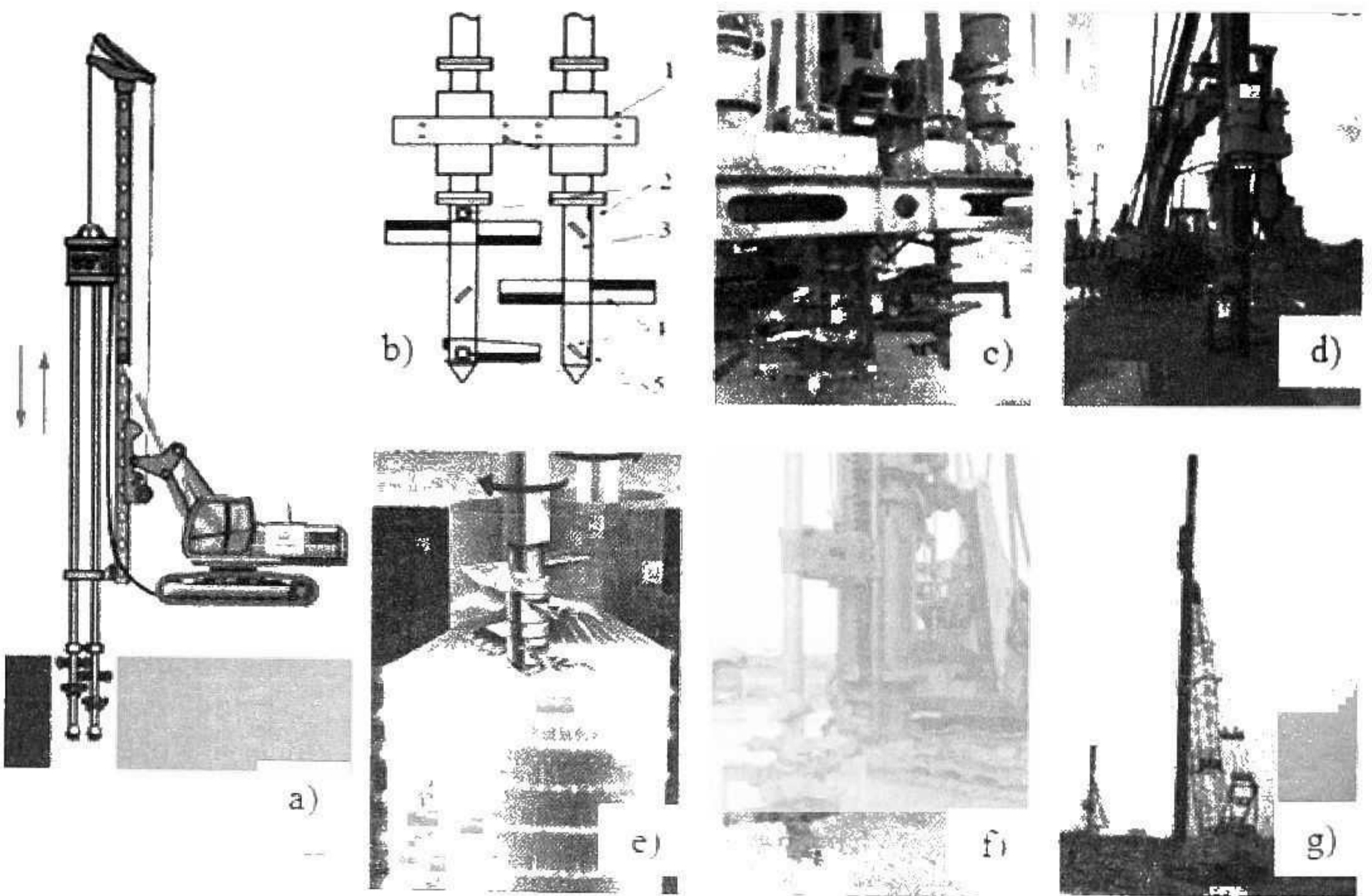
định ở phía dưới cần máy (hình 1d,e). Với các phương án lắp cố định cụm truyền động thì máy làm việc ổn định hơn, tuy nhiên không sử dụng được trọng lượng của cụm này để gia tải cho quá trình khoan so với phương án lắp treo. Tùy theo nền địa chất và đường kính của cọc mà các cần khoan có thể được dẫn động chung hoặc riêng biệt. Với các thiết kế truyền thống toàn bộ cụm các cần khoan được dẫn động lên xuống bằng 01 mô tơ, riêng đối với dẫn động quay thì cần sử dụng độc lập một mô tơ cho

một cần khoan.

3. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CHÍNH

3.1. Số vòng quay cánh trộn

Theo [2,5], chất lượng hỗn hợp xi măng với đất có liên hệ chặt chẽ với số lượng vòng quay cánh trộn, đại lượng này được tính bằng tổng số nhát cắt đi qua 1 mét của chuyển dịch cần khoan.



Hình 1. Thiết bị công tác máy khoan cọc xi măng đất

(Hình 1e) theo công thức:

$$T = \sum M \left(\frac{N_d}{v_d} - \frac{N_u}{v_u} \right) \quad (1)$$

Với: T - Số lượng vòng quay của cánh (n/m), $\sum M$ - Tổng số cánh trộn; N_d - Vận tốc

quay của cánh trong pha xuyên xuống (vòng/phút); v_d - Vận tốc xuyên xuống (mét/phút), N_u - Vận tốc quay của cánh trong pha rút lên (vòng/phút), v_u - Vận tốc rút lên (mét/phút).

Hiện nay, việc áp dụng CXMĐ tại nước ta dựa trên 2 công nghệ chính của Nhật

Bản và của Bắc Âu. Với công nghệ thi công của Nhật Bản thì giá trị số vòng quay cánh trộn T cần đảm bảo lớn hơn 274 lần trên 1 mét cọc và với chế độ tốc độ của cần khoan như sau: v_d (0,5÷0,7 mét/phút); v_u (0,7÷1,0 mét/phút) và N_d , N_u (24÷40 vòng/phút). Đối với công nghệ đến từ Bắc Âu thì phạm vi thay đổi của các đại lượng này tương đối lớn: v_d (2,0÷6,0 mét/phút); v_u (1,5÷6,0 mét/phút) và N_d , N_u (100÷200 vòng/phút), giá trị số vòng quay cánh T đạt từ 150÷250 lần.

3.2. Tính toán lưu lượng vữa cấp cho một cần khoan

Lưu lượng vữa xi măng lớn nhất cho một cọc:

$$M_{xm} = \pi r_k^2 H m_{xm} \text{ (kg)} \quad (2)$$

Thể tích vữa xi măng cho một cọc:

$$V_{xm} = \frac{M_{xm}}{\gamma_{xm}} \text{ (lít)} \quad (3)$$

Trong đó:

H – Chiều sâu cọc khoan (m);
 r_k – Bán kính cọc xi măng đất (m);
 m_{xm} – Khối lượng vữa xi măng trong 1 m³ cọc (kG/cm³);
 γ_{xm} – Khối lượng riêng của vữa xi măng (kG/cm³).

Với vận tốc thâm nhập của mũi khoan là 1m/phút, khi đó thời gian để phun vữa hết chiều dài một cọc là:

$$t_{ph} = \frac{H}{v^p} \text{ (phút)} \quad (4)$$

Lưu lượng vữa phun vào cọc cần thiết là:

$$Q_{xm}^p = \frac{V_{xm}}{t_{ph}} \text{ (lít/phút)} \quad (5)$$

3.3. Công suất dẫn động cần khoan

Theo [4,5], công suất dẫn động cần khoan P(W) được tính:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i \omega_i + P_i v_i)}{\eta_{\Sigma}} \quad (6)$$

Với: n - Tổng số cần khoan; M_i (Nm), P_i (N) – Mô men, lực cản tác dụng lên cần khoan thứ i; ω_i (rad/s), v_i (m/s) – Tốc độ quay, vận tốc chuyển động tịnh tiến của cần khoan i, (được tính thông qua các đại lượng N_u , N_d , v_u , v_d ở trên); η_{Σ} - Hiệu suất truyền động tổng cộng.

Có thể tính các giá trị công suất P theo lý thuyết bằng cách tính qua giá trị lực, mô men cản tác dụng lên cần khoan và tốc độ chuyển động của chúng như công thức (6). Một phương pháp khác có thể đo được đại lượng P bằng thực nghiệm thông qua đo công suất của các động cơ điện dẫn cần khoan:

$$P = P_L - P_0 \quad (7)$$

Trong đó, P_L là công suất đo được trong quá trình khoan và P_0 là công suất đo được khi cần khoan chạy không tải.

3.4. Chi phí năng lượng riêng tiêu hao trong quá trình trộn xi măng –đất

Tổng chi phí năng lượng riêng E (J/m³) để dẫn động mũi khoan được tính bằng tổng cộng cho cả quá trình đi xuống và đi lên, [4,5]:

$$E = E_d + E_u = \frac{\int_0^t P_d(t) dt}{V_{Cd}} + \frac{\int_0^t P_u(t) dt}{V_{Cu}} \quad (8)$$

Với: $P_d(t)$, $P_u(t)$ - Công suất chi phí để

dẫn động cần khoan, (W); V_{cd} , V_{cu} – Thể tích cột xi măng trộn được trong khoảng thời gian t (m^3).

Theo nghiên cứu của Shui Long Shen và các đồng nghiệp [6], chi phí năng lượng riêng trung bình E để cọc thành phẩm (ở 25 ngày tuổi) đạt cường độ nén nở hông $q_u=2500(KN/m^2)$ là $10^6 (J/m^3)$. Khi tăng E đạt đến giá trị $2,5.10^6 (J/m^3)$ thì sự cải thiện qu là không đáng kể. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với một nền đất yếu cụ thể, để tránh lãng phí năng lượng tiêu hao và tăng năng suất cho quá trình trộn hỗn hợp xi măng với đất thì việc đưa ra được giá trị E định mức để qu đạt yêu cầu thiết kế là rất cần thiết.

4. KẾT LUẬN

Với vai trò quyết định đến chất lượng và năng suất thi công CXMĐ, việc từng bước thiết kế cụm đến thiết kế hoàn chỉnh là bước đi đúng đắn để có thể làm chủ công nghệ thi công CXMĐ để xử lý nền móng cho các công trình dân sự và quốc phòng.

Bằng việc khái quát các dạng kết cấu và phương pháp truyền động cụm thiết bị công tác trên máy khoan cho thấy, có thể thiết kế cụm này theo kết cấu nguyên bản của các dạng máy khoan cọc xi măng đất trên thị trường, hoặc có thể tích hợp thiết bị công tác này lên các máy, thiết bị cơ sở khác để tăng hiệu quả sử dụng thiết bị và giảm chi phí đầu tư ban đầu cho các đơn vị thi công. Ngoài ra, trong quá trình khai thác sử dụng, hoàn toàn có thể cải tiến các dạng dẫn động cấp nguyên bản thành

dẫn động răng, xích để phù hợp với nền công nghệ chế tạo trong nước.

Xác định các thông số cơ bản chính là cơ sở khoa học để xây dựng chi tiết được thiết kế và tiến hành chế tạo thành công cụm thiết bị công tác của máy khoan cọc xi măng đất trong nước. ❖

Ngày nhận bài: 28/4/2017

Ngày phản biện: 14/5/2017

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Tô Văn Lận (2010); *Giáo trình xử lý nền móng công trình trên nền đất yếu*, NXB. Xây dựng.
- [2]. TCVN 9403-2012; *Gia cố đất nền yếu – phương pháp trụ đất xi măng*, Tiêu chuẩn quốc gia.
- [3]. Nguyễn Việt Trung, Vũ Minh Tuấn (2010); *Cọc xi măng đất – phương pháp gia cố nền đất yếu*, NXB. Xây dựng.
- [4]. G Holm (2000); *Application of dry mix methods for deep soil stabilization*, Swedish Geotechnical Institute.
- [5]. Masaki Kitazume, Masaaki Terashi (2013); *The deep mixing method*, Taylor and Francis Group, London, UK
- [6]. Shui Long Shen, Jie Han, and Norihico Muira, (2004), *Laboratory evaluation of mixing energy consumption and its influence on soil-cement strength*, Journal of the transportation research board, No1868. TRB, National Research Council, Washington, D.C.