

XÂY DỰNG MỐI TƯƠNG QUAN GIỮA THÍ NGHIỆM HỆ SỐ ĐÀM CHẶT K VÀ XUYỀN ĐỘNG HIỆN TRƯỜNG CHO NỀN CÁT SAN LẤP

TS. Trần Xuân Thọ, TS. Đỗ Thanh Hải
Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng,
Trường Đại học Bách khoa Tp. HCM

Tóm tắt: Bài báo này nghiên cứu sự tương quan giữa hệ số đầm chặt K và số lần búa rơi N_{10} từ thí nghiệm xuyên động cho nền đất cát san lấp. Từ đó đánh giá hệ số đầm chặt K thông qua kết quả thí nghiệm xuyên động. Dựa trên kết quả thí nghiệm xuyên động hiện trường, giá trị hệ số đầm chặt K có thể xác định từ kết quả số lần búa rơi N_{10} của nền cát có hệ số không đồng đều cỡ hạt $C_u \leq 1.708$. Phương trình tương quan giữa độ chặt K và $N_{10,t}$ của nền cát ở độ sâu trên mực nước ngầm $K = 0.0293 * \ln(N_{10,t}) + 0.8619$ và tương quan giữa hệ số đầm chặt K và $N_{10,d}$ của nền cát ở độ sâu dưới mực nước ngầm $K = 0.0196 * \ln(N_{10,d}) + 0.8308$. Sử dụng phương pháp thí nghiệm xuyên động hiện trường để đánh giá hệ số đầm chặt K trung bình của nền cát theo chiều sâu với các ưu điểm là dễ dàng thực hiện, chi phí thí nghiệm thấp hơn, tiết kiệm thời gian thực hiện thí nghiệm và đánh giá mức độ đầm chặt nền cả khi bị ngập nước. Phương pháp này sẽ khắc phục được những vấn đề khó khăn khi nền bị ngập nước hoặc yêu cầu thời gian thí nghiệm nhanh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, vật liệu cát sông là nguồn tài nguyên phong phú được sử dụng rất rộng rãi và hiệu quả, phù hợp với tình hình thực tế trong việc san lấp nền. Hiện nay các công trình san lấp bằng cát thường dùng phương pháp bơm cát để thi công. Cát sông được tập kết trên sà lan, sau đó dùng máy bơm đẩy cát và nước lên trực tiếp mặt bằng thi công. Tiếp theo là dùng xe ủi để san phẳng mặt bằng và dùng xe lu để đầm chặt nền san lấp.

Trong quá trình san lấp, khi hoàn thiện lớp đầu tiên và bắt đầu thi công lớp thứ hai bằng phương pháp này thì nền đã bị ngập nước. Tuy nhiên việc lấy mẫu cát ở những độ sâu khác nhau hay nền bị ngập nước, có mực nước ngầm sẽ gặp rất nhiều khó khăn và cho kết quả không chính xác.

Do vậy ta có thể tìm tương quan về mức độ đầm chặt trung bình của nền cát theo chiều sâu với số lần búa rơi N_{10} của xuyên động S50 mà không phải đào lấy mẫu để thử nghiệm. Từ đó, phương pháp xác định độ đầm chặt K sẽ được đơn giản hơn, cho biết kết quả độ đầm chặt của nền ngay tại hiện trường sau khi thực hiện thí nghiệm xuyên động hiện trường.

Khu vực nền cát thực hiện nghiên cứu nằm trong Khu công nghiệp Long Hậu, xã Long Hậu, Huyện Cần Giuộc, Tỉnh Long An. Hiện trạng nền đất tự nhiên chủ yếu là đất vườn, đất ruộng có cao độ từ 0.20m đến 0.60m (Hình 1) và một số mương rạch có cao độ trung bình từ -1.50m tới -4.00m (so với mốc cao độ Hòn Dấu), có nhiều bụi dừa nước là chủ yếu và thường bị ngập nước khi triều cường. Công trình được thi công bằng phương pháp bơm cát lên mặt bằng. Cao trình nền hoàn thiện là +1.80m (Hình 2).



Hình 1: Hiện trạng nền san lấp



Hình 2: Thi công hoàn thiện từng lớp

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

• Kết hợp kết quả thí nghiệm Proctor trong phòng và thí nghiệm xác định độ chặt (biểu thị qua γ_d) tại hiện trường để xác định độ đầm chặt hiện trường

$$K = \frac{\gamma_{d, \text{hiện trường}}}{\gamma_{d, \text{max Proctor}}} \text{ tại 25 vị trí ở 9 độ sâu khác}$$

nhau trong khu vực nghiên cứu.

Đồng thời, dùng thí nghiệm xuyên động loại nhẹ hiện trường kiểu S50, xác định số lần búa rơi N_{10} (số lần búa rơi để mũi xuyên ngập sâu thêm 10cm), tại các vị trí tương ứng khi xác định độ chặt hiện trường (25 vị trí, 9 độ sâu khác nhau).

Sau đó lập tương quan giữa K và N_{10} , có loại trừ các sai số thô làm cơ sở để kiểm tra nhanh độ đầm chặt tại các hiện trường san lư nên có tính chất địa kỹ thuật tương tự bằng xuyên động S50.

• Thiết bị xuyên động loại nhẹ S50 dùng để xác định tại hiện trường sức kháng xuyên của đất khi xuyên không liên tục một mũi xuyên hình nón góc mũi 90° , đường kính $\Phi 35,7 \pm 0,3$, mm diện tích đầu mũi 10cm^2 dưới tác dụng của một lực xuyên tiêu chuẩn, nhờ quả búa $M = 10 \pm 0,1$ kg, chiều cao búa rơi $H = 0,5 \pm 0,01\text{m}$.

• Một thanh thép tròn $\Phi 22$ mm dẫn hướng cho búa rơi có đầu dưới nối với một đe bằng thép hình trụ tròn; 01 đầu xuyên lấy mẫu đất đường kính $\Phi 25,2 \pm 0,2$ mm có khoét một rãnh lấy mẫu sâu 8mm rộng 15mm; 11 thanh trục xuyên, mỗi thanh dài 1m bằng thép tròn rỗng, có đường kính $\Phi 25,2 \pm 0,2$ mm dọc thân có khắc vạch cách khoảng 10cm; 01 tấm đáy hình vuông bằng thép có gắn dụng cụ nhỏ rút ống sau khi xuyên; 01 thước thép được gắn trên một

thanh thép vuông có gắn đứng trên tấm thép đáy. Thiết bị đóng gồm một búa bằng thép có lỗ xuyên qua tâm, đường kính lớn hơn đường kính cần dẫn hướng từ 3-4mm; một cơ cấu nâng và thả búa bảo đảm cho búa rơi tự do trong đoạn rơi tiêu chuẩn; một bộ phận dẫn hướng cho phép rơi vuông góc với đe và với sức cản nhỏ nhất; ống nivo để kiểm tra độ thẳng đứng và độ lệch của cần truyền lực; một đe làm bằng thép và có ren để nối vuông góc với cần truyền lực trên cùng. Trục của đe, cần dẫn hướng và cần truyền lực phải nằm trên một đường thẳng và độ lệch lớn nhất không quá 5mm/m; bộ giá bao gồm một khung chắc chắn để đóng cần và đầu xuyên chuyển động thẳng đứng và các chân chống của bộ giá phải đặt xa vị trí xuyên của đầu côn để tránh ảnh hưởng tới các kết quả thí nghiệm; cle để tháo và lắp các liên kết trên cần truyền lực (Hình 3 và Hình 7).

• Dùng phương pháp thống kê toán học để loại bỏ sai số thô trong quá trình thí nghiệm, cụ thể được tính toán như sau: từ n số liệu thí nghiệm, thu được K_{itt} là giá trị độ đầm chặt hiện trường tương ứng với N_{10} , từ đó có thể xác định được khoảng cho phép của các trị số là $[K_{\text{max}}, K_{\text{min}}]$. Các giá trị độ chặt có giá trị lớn hơn (K_{max}) và nhỏ hơn (K_{min}) được coi là sai số thô phải loại bỏ khi đánh giá đoạn đang xét. Cơ sở để xác định K_{max} và K_{min} được xem như mức độ đầm chặt hiện trường trong một khoảng có giá trị tuân theo luật phân bố chuẩn.

Giá trị trung bình mẫu:

$$K_{tb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{itt} \quad (1)$$

Phương sai của mẫu:

$$\delta^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (K_{itt} - K_{tb})^2 \quad (2)$$

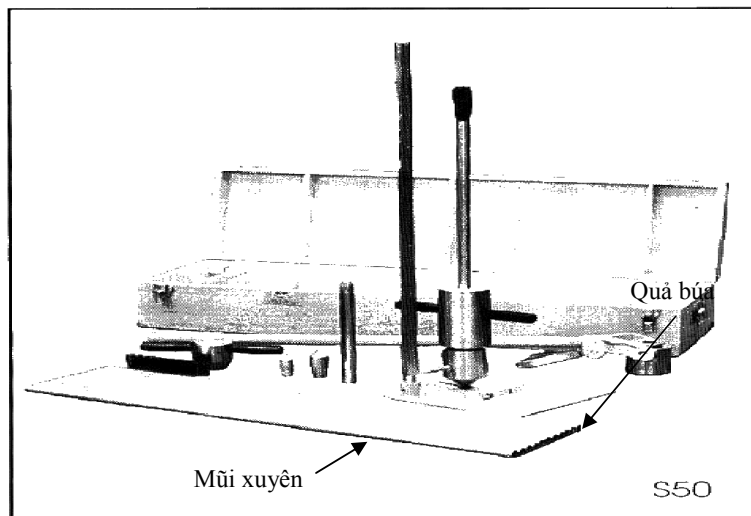
Độ lệch chuẩn:

$$\delta = \sqrt{\delta^2} \quad (3)$$

Như vậy khoảng ước lượng cần tìm với độ tin cậy $\gamma = 95\%$ là:

$$(K_{tb} - C_n \cdot x \delta, K_{tb} + C_n \cdot x \delta) \quad (4)$$

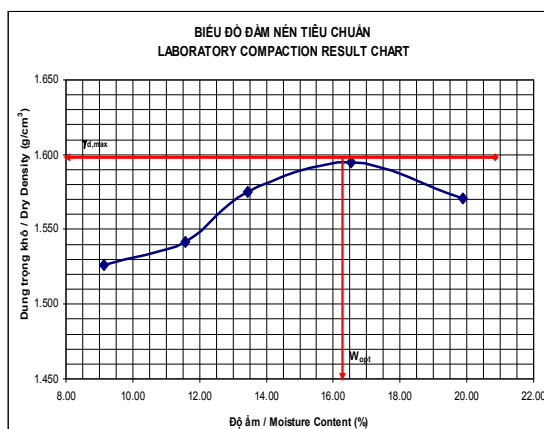
Từ các kết quả thí nghiệm và tương quan tương ứng, có thể đánh giá mức độ đầm chặt hiện trường trung bình của nền cát san lấp theo chiều sâu nhờ kết quả thí nghiệm xuyên động loại nhẹ.



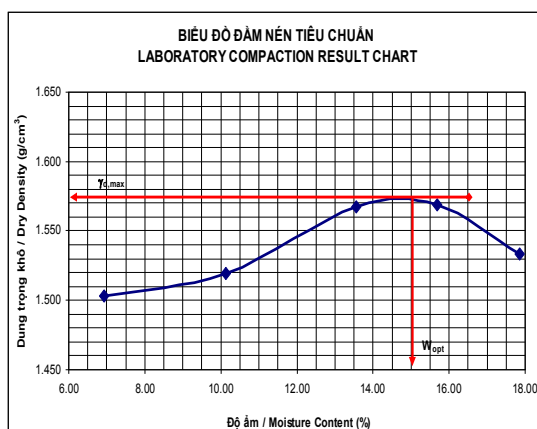
Hình 3: Thiết bị xuyên động S50



Hình 4. Mặt bằng các điểm lấy mẫu thử



Hình 5: Biểu đồ đầm nén Proctor mẫu số 1
 - Dung trọng khô tối đa $\gamma_{d,max1}$: 1.598 g/cm³
 - Độ ẩm tối thuận W_{opt1} : 16.26 %



Hình 6: Biểu đồ đầm nén Proctor mẫu số 2
 - Dung trọng khô tối đa $\gamma_{d,max2}$: 1.577 g/cm³
 - Độ ẩm tối thuận W_{opt1} : 15.04 %

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1 Kết quả thí nghiệm xác định mức độ đầm chặt hiện trường K

Tiến hành thí nghiệm xác định dung trọng khô thực tế của mẫu tại hiện trường. Từ kết quả thí nghiệm Proctor tiêu chuẩn trong phòng, dùng độ ẩm tối thuận W_{opt} để hướng dẫn công trường không chế độ ẩm khi thực hiện công tác

đầm nén nền cát và giá trị $\gamma_{d,max}$ làm chuẩn để đánh giá mức độ đầm chặt tại hiện trường. Hình 5 và Hình 6 là biểu đồ đầm nén tiêu chuẩn của mẫu cát số 1 và số 2. Kết quả mức độ đầm chặt K so với kết quả thí nghiệm Proctor của mẫu số 1 và mẫu số 2 trong phòng thí nghiệm được lập ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm mức độ đầm chặt K ứng với mẫu thí nghiệm Proctor số 1

Vị trí mẫu	Độ sâu lấy mẫu (m)	Số hiệu mẫu	Khối lượng đất ướt (g)	Khối lượng đất khô (g)	Độ ẩm (%)	Khối lượng thể tích ướt (G/cm^3)	Khối lượng thể tích khô (G/cm^3)	Mức độ đầm chặt K
1	-0.10	1-1	322.54	290.26	11.12	1.639	1.475	0.923
	-0.20	1-2	324.12	290.47	11.58	1.647	1.476	0.924
	-0.30	1-3	325.89	283.30	15.03	1.656	1.440	0.901
	-0.40	1-4	342.11	295.62	15.73	1.739	1.502	0.940
	-0.50	1-5	356.84	294.98	20.97	1.813	1.499	0.938
	-0.60	1-6	362.55	277.22	30.78	1.842	1.409	0.882
	-0.70	1-7	364.12	275.47	32.18	1.850	1.400	0.876
	-0.80	1-8	369.89	276.30	33.87	1.880	1.404	0.879
	-0.90	1-9	363.11	274.82	32.13	1.845	1.397	0.874
2	-0.10	2-1	361.31	290.73	24.28	1.836	1.477	0.925
	-0.20	2-2	374.56	291.29	28.59	1.903	1.480	0.926
	-0.30	2-3	374.45	290.67	28.82	1.903	1.477	0.924
	-0.40	2-4	380.81	293.23	29.87	1.935	1.490	0.933
	-0.50	2-5	381.57	289.78	31.68	1.939	1.473	0.922
	-0.60	2-6	363.31	275.73	31.76	1.846	1.401	0.877
	-0.70	2-7	370.56	273.72	35.38	1.883	1.391	0.870
	-0.80	2-8	366.42	274.82	33.33	1.862	1.397	0.874
	-0.90	2-9	373.19	275.32	35.55	1.897	1.399	0.876
3	-0.10	3-1	317.74	287.73	10.43	1.615	1.462	0.915
	-0.20	3-2	356.80	291.95	22.21	1.813	1.484	0.928
	-0.30	3-3	380.36	294.16	29.30	1.933	1.495	0.935
	-0.40	3-4	387.97	293.04	32.39	1.972	1.489	0.932
	-0.50	3-5	376.85	292.03	29.04	1.915	1.484	0.929
	-0.60	3-6	375.47	281.32	33.47	1.908	1.430	0.895
	-0.70	3-7	372.80	278.35	33.93	1.895	1.415	0.885
	-0.80	3-8	374.36	277.16	35.07	1.902	1.408	0.881
	-0.90	3-9	371.97	276.04	34.75	1.890	1.403	0.878
4	-0.10	4-1	359.74	285.96	25.80	1.828	1.453	0.909
	-0.20	4-2	361.39	291.91	23.80	1.837	1.483	0.928
	-0.30	4-3	375.32	293.65	27.81	1.907	1.492	0.934
	-0.40	4-4	387.83	295.06	31.44	1.971	1.499	0.938
	-0.50	4-5	382.60	294.15	30.07	1.944	1.495	0.935
	-0.60	4-6	369.70	274.96	34.46	1.879	1.397	0.874
	-0.70	4-7	370.99	276.01	34.41	1.885	1.403	0.878
	-0.80	4-8	378.32	281.65	34.32	1.923	1.431	0.896
	-0.90	4-9	374.83	281.06	33.36	1.905	1.428	0.894
5	-0.10	5-1	361.57	288.38	25.38	1.837	1.466	0.917

Vị trí mẫu	Độ sâu lấy mẫu (m)	Số hiệu mẫu	Khối lượng đất ướt (g)	Khối lượng đất khô (g)	Độ ẩm (%)	Khối lượng thể tích ướt (G/cm ³)	Khối lượng thể tích khô (G/cm ³)	Mức độ đầm chặt K
	-0.20	5-2	367.07	291.63	25.87	1.865	1.482	0.927
	-0.30	5-3	360.78	290.39	24.24	1.833	1.476	0.923
	-0.40	5-4	383.29	294.34	30.22	1.948	1.496	0.936
	-0.50	5-5	380.24	295.03	28.88	1.932	1.499	0.938
	-0.60	5-6	370.57	274.68	34.91	1.883	1.396	0.874
	-0.70	5-7	371.07	273.63	35.61	1.886	1.391	0.870
	-0.80	5-8	380.78	284.39	33.89	1.935	1.445	0.904
	-0.90	5-9	374.89	277.84	34.93	1.905	1.412	0.884
6	-0.10	6-1	350.48	288.59	21.45	1.781	1.467	0.918
	-0.20	6-2	361.40	293.11	23.30	1.837	1.490	0.932
	-0.30	6-3	373.02	295.73	26.14	1.896	1.503	0.940
	-0.40	6-4	382.79	297.12	28.83	1.945	1.510	0.945
	-0.50	6-5	377.83	295.80	27.73	1.920	1.503	0.941
	-0.60	6-6	365.48	277.59	31.66	1.857	1.411	0.883
	-0.70	6-7	368.40	277.11	32.94	1.872	1.408	0.881
	-0.80	6-8	370.02	275.69	34.22	1.880	1.401	0.877
-0.90	6-9	368.79	276.12	33.56	1.874	1.403	0.878	
7	-0.10	7-1	321.16	277.13	15.89	1.632	1.408	0.881
	-0.20	7-2	358.98	286.65	25.23	1.824	1.457	0.912
	-0.30	7-3	357.59	287.91	24.20	1.817	1.463	0.916
	-0.40	7-4	369.42	291.95	26.54	1.877	1.484	0.928
	-0.50	7-5	378.46	292.89	29.22	1.923	1.488	0.931
	-0.60	7-6	361.16	274.13	31.75	1.835	1.393	0.872
	-0.70	7-7	369.98	276.35	33.88	1.880	1.404	0.879
	-0.80	7-8	366.99	274.91	33.49	1.865	1.397	0.874
-0.90	7-9	368.42	275.15	33.90	1.872	1.398	0.875	
8	-0.10	8-1	322.51	293.59	9.85	1.639	1.492	0.934
	-0.20	8-2	331.02	285.29	16.03	1.682	1.450	0.907
	-0.30	8-3	341.69	283.25	20.63	1.736	1.439	0.901
	-0.40	8-4	376.62	300.85	25.19	1.914	1.529	0.957
	-0.50	8-5	385.45	299.40	28.74	1.959	1.522	0.952
	-0.60	8-6	366.51	280.59	30.62	1.863	1.426	0.892
	-0.70	8-7	368.02	278.99	31.91	1.870	1.418	0.887
	-0.80	8-8	365.69	276.95	32.04	1.858	1.407	0.881
-0.90	8-9	369.62	278.85	32.55	1.878	1.417	0.887	
9	-0.10	9-1	329.76	288.72	14.21	1.676	1.467	0.918
	-0.20	9-2	336.92	295.46	14.03	1.712	1.501	0.940
	-0.30	9-3	348.48	297.45	17.16	1.771	1.512	0.946
	-0.40	9-4	357.04	298.56	19.59	1.814	1.517	0.949
	-0.50	9-5	374.05	301.69	23.98	1.901	1.533	0.959
	-0.60	9-6	365.76	281.62	29.88	1.859	1.431	0.896
	-0.70	9-7	368.92	280.46	31.54	1.875	1.425	0.892
	-0.80	9-8	373.48	278.65	34.03	1.898	1.416	0.886
-0.90	9-9	371.04	277.36	33.78	1.886	1.410	0.882	
10	-0.10	10-1	334.47	284.68	17.49	1.700	1.447	0.905
	-0.20	10-2	346.07	288.13	20.11	1.759	1.464	0.916
	-0.30	10-3	369.26	291.33	26.75	1.877	1.480	0.926
	-0.40	10-4	382.87	294.68	29.93	1.946	1.498	0.937

Vị trí mẫu	Độ sâu lấy mẫu (m)	Số hiệu mẫu	Khối lượng đất ướt (g)	Khối lượng đất khô (g)	Độ ẩm (%)	Khối lượng thể tích ướt (G/cm ³)	Khối lượng thể tích khô (G/cm ³)	Mức độ đầm chặt K
	-0.50	10-5	376.18	294.18	27.87	1.912	1.495	0.936
	-0.60	10-6	366.47	277.28	32.17	1.862	1.409	0.882
	-0.70	10-7	371.07	276.63	34.14	1.886	1.406	0.880
	-0.80	10-8	370.26	275.33	34.48	1.882	1.399	0.876
	-0.90	10-9	369.07	274.68	34.36	1.876	1.396	0.874
11	-0.10	11-1	358.73	291.17	23.20	1.823	1.480	0.926
	-0.20	11-2	370.88	295.46	25.53	1.885	1.501	0.940
	-0.30	11-3	380.51	298.01	27.68	1.934	1.514	0.948
	-0.40	11-4	381.96	298.92	27.78	1.941	1.519	0.951
	-0.50	11-5	389.45	300.34	29.67	1.979	1.526	0.955
	-0.60	11-6	364.73	280.17	30.18	1.854	1.424	0.891
	-0.70	11-7	365.88	278.46	31.39	1.859	1.415	0.886
	-0.80	11-8	366.51	275.01	33.27	1.863	1.398	0.875
12	-0.90	11-9	360.96	271.92	32.74	1.834	1.382	0.865
	-0.10	12-1	365.03	287.84	26.82	1.855	1.463	0.915
	-0.20	12-2	374.88	293.29	27.82	1.905	1.490	0.933
	-0.30	12-3	378.02	293.96	28.60	1.921	1.494	0.935
	-0.40	12-4	387.14	296.43	30.60	1.967	1.506	0.943
	-0.50	12-5	385.90	299.81	28.71	1.961	1.524	0.953
	-0.60	12-6	372.03	281.24	32.28	1.891	1.429	0.894
	-0.70	12-7	374.88	279.19	34.27	1.905	1.419	0.888
13	-0.80	12-8	367.02	273.96	33.97	1.865	1.392	0.871
	-0.90	12-9	367.54	276.43	32.96	1.868	1.405	0.879
	-0.10	13-1	370.46	289.65	27.90	1.883	1.472	0.921
	-0.20	13-2	376.25	290.67	29.44	1.912	1.477	0.924
	-0.30	13-3	380.91	293.16	29.93	1.936	1.490	0.932
	-0.40	13-4	380.63	294.61	29.20	1.934	1.497	0.937
	-0.50	13-5	384.39	297.64	29.15	1.953	1.513	0.947
	-0.60	13-6	370.46	283.65	30.60	1.883	1.441	0.902
14	-0.70	13-7	373.25	279.67	33.46	1.897	1.421	0.889
	-0.80	13-8	368.91	277.81	32.79	1.875	1.412	0.883
	-0.90	13-9	369.93	279.61	32.30	1.880	1.421	0.889
	-0.10	14-1	355.23	287.62	23.51	1.805	1.462	0.915
	-0.20	14-2	372.28	291.81	27.58	1.892	1.483	0.928
	-0.30	14-3	377.16	289.88	30.11	1.917	1.473	0.922
	-0.40	14-4	382.19	295.07	29.53	1.942	1.500	0.938
	-0.50	14-5	384.12	299.79	28.13	1.952	1.523	0.953
15	-0.60	14-6	365.23	279.42	30.71	1.856	1.420	0.889
	-0.70	14-7	364.08	270.81	34.44	1.850	1.376	0.861
	-0.80	14-8	368.16	278.88	32.01	1.871	1.417	0.887
	-0.90	14-9	367.59	279.87	31.34	1.868	1.422	0.890
	-0.10	15-1	369.76	292.93	26.23	1.879	1.489	0.932
	-0.20	15-2	365.99	293.15	24.85	1.860	1.490	0.932
	-0.30	15-3	369.72	294.32	25.62	1.879	1.496	0.936
	-0.40	15-4	369.84	300.12	23.23	1.879	1.525	0.954
	-0.50	15-5	375.42	300.21	25.05	1.908	1.526	0.955
	-0.60	15-6	370.76	280.83	32.02	1.884	1.427	0.893
	-0.70	15-7	372.99	280.15	33.14	1.895	1.424	0.891
	-0.80	15-8	369.72	278.32	32.84	1.879	1.414	0.885
	-0.90	15-9	368.84	278.12	32.62	1.874	1.413	0.884

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm mức độ đầm chặt K ứng với mẫu thí nghiệm Proctor số 2

Vị trí mẫu	Độ sâu lấy mẫu (m)	Số hiệu mẫu	Khối lượng đất ướt (G)	Khối lượng đất khô (G)	Độ ẩm (%)	Khối lượng thể tích ướt (G/cm ³)	Khối lượng thể tích khô (G/cm ³)	Mức độ đầm chặt K
16	-0.10	16-1	348.88	289.45	20.53	1.773	1.471	0.933
	-0.20	16-2	368.40	295.92	24.49	1.872	1.504	0.954
	-0.30	16-3	366.63	294.70	24.41	1.863	1.498	0.950
	-0.40	16-4	375.73	294.95	27.39	1.909	1.499	0.950
	-0.50	16-5	369.94	292.25	26.58	1.880	1.485	0.942
	-0.60	16-6	368.88	277.95	32.71	1.875	1.413	0.896
	-0.70	16-7	366.40	274.92	33.28	1.862	1.397	0.886
	-0.80	16-8	369.63	274.70	34.56	1.878	1.396	0.885
17	-0.10	17-1	352.74	285.03	23.76	1.793	1.448	0.919
	-0.20	17-2	368.43	293.82	25.39	1.872	1.493	0.947
	-0.30	17-3	375.75	296.67	26.66	1.910	1.508	0.956
	-0.40	17-4	375.43	296.59	26.58	1.908	1.507	0.956
	-0.50	17-5	376.75	294.24	28.04	1.915	1.495	0.948
	-0.60	17-6	352.74	276.03	27.79	1.793	1.403	0.890
	-0.70	17-7	358.43	273.82	30.90	1.821	1.392	0.882
	-0.80	17-8	362.05	273.67	32.29	1.840	1.391	0.882
18	-0.10	18-1	366.72	291.96	25.61	1.864	1.484	0.941
	-0.20	18-2	376.34	296.24	27.04	1.913	1.505	0.955
	-0.30	18-3	379.24	294.92	28.59	1.927	1.499	0.950
	-0.40	18-4	379.94	294.93	28.82	1.931	1.499	0.950
	-0.50	18-5	387.71	297.06	30.52	1.970	1.510	0.957
	-0.60	18-1	362.72	277.96	30.49	1.843	1.413	0.896
	-0.70	18-2	364.64	275.24	32.48	1.853	1.399	0.887
	-0.80	18-3	366.74	274.52	33.59	1.864	1.395	0.885
19	-0.10	19-1	344.58	285.65	20.63	1.751	1.452	0.921
	-0.20	19-2	367.53	288.24	27.51	1.868	1.465	0.929
	-0.30	19-3	373.01	288.74	29.19	1.896	1.467	0.930
	-0.40	19-4	377.55	289.85	30.26	1.919	1.473	0.934
	-0.50	19-5	386.75	295.10	31.06	1.965	1.500	0.951
	-0.60	19-6	365.58	276.92	32.02	1.858	1.407	0.892
	-0.70	19-7	368.53	278.24	32.45	1.873	1.414	0.897
	-0.80	19-8	363.01	276.64	31.22	1.845	1.406	0.891
20	-0.10	20-1	362.99	288.21	25.95	1.845	1.465	0.929
	-0.20	20-2	368.99	287.54	28.33	1.875	1.461	0.927
	-0.30	20-3	370.03	291.27	27.04	1.880	1.480	0.939
	-0.40	20-4	375.43	292.12	28.52	1.908	1.485	0.941
	-0.50	20-5	377.65	294.46	28.25	1.919	1.496	0.949
	-0.60	20-6	362.22	277.21	30.67	1.841	1.409	0.893
	-0.70	20-7	370.55	278.84	32.89	1.883	1.417	0.899
	-0.80	20-8	367.03	279.27	31.42	1.865	1.419	0.900
	-0.90	20-9	371.43	278.12	33.55	1.888	1.413	0.896

Vị trí mẫu	Độ sâu lấy mẫu (m)	Số hiệu mẫu	Khối lượng đất ướt (G)	Khối lượng đất khô (G)	Độ ẩm (%)	Khối lượng thể tích ướt (G/cm ³)	Khối lượng thể tích khô (G/cm ³)	Mức độ đầm chặt K
21	-0.10	21-1	360.02	285.86	25.94	1.830	1.453	0.921
	-0.20	21-2	372.44	293.98	26.69	1.893	1.494	0.947
	-0.30	21-3	374.48	288.72	29.70	1.903	1.467	0.930
	-0.40	21-4	383.02	292.67	30.87	1.946	1.487	0.943
	-0.50	21-5	387.83	295.50	31.25	1.971	1.502	0.952
	-0.60	21-6	367.82	277.86	32.38	1.869	1.412	0.895
	-0.70	21-7	372.44	278.98	33.50	1.893	1.418	0.899
	-0.80	21-8	365.88	277.02	32.08	1.859	1.408	0.893
	-0.90	21-9	369.02	275.67	33.86	1.875	1.401	0.888
22	-0.10	22-1	338.86	289.31	17.13	1.722	1.470	0.932
	-0.20	22-2	363.97	295.31	23.25	1.850	1.501	0.952
	-0.30	22-3	377.16	295.11	27.80	1.917	1.500	0.951
	-0.40	22-4	381.55	294.29	29.65	1.939	1.496	0.948
	-0.50	22-5	378.99	290.47	30.47	1.926	1.476	0.936
	-0.60	22-6	362.86	276.31	31.32	1.844	1.404	0.890
	-0.70	22-7	363.97	275.31	32.20	1.850	1.399	0.887
	-0.80	22-8	367.16	279.11	31.55	1.866	1.418	0.899
	-0.90	22-9	368.15	275.49	33.63	1.871	1.400	0.888
23	-0.10	23-1	356.82	293.48	21.58	1.813	1.491	0.946
	-0.20	23-2	377.75	295.69	27.75	1.920	1.503	0.953
	-0.30	23-3	385.23	296.41	29.97	1.958	1.506	0.955
	-0.40	23-4	386.14	296.24	30.35	1.962	1.505	0.955
	-0.50	23-5	382.83	293.13	30.60	1.945	1.490	0.945
	-0.60	23-6	361.82	275.89	31.15	1.839	1.402	0.889
	-0.70	23-7	369.75	275.69	34.12	1.879	1.401	0.888
	-0.80	23-8	367.23	274.41	33.83	1.866	1.395	0.884
	-0.90	23-9	368.14	274.24	34.24	1.871	1.394	0.884
24	-0.10	24-1	352.74	290.30	21.51	1.793	1.475	0.935
	-0.20	24-2	387.15	294.56	31.43	1.967	1.497	0.949
	-0.30	24-3	391.18	295.58	32.34	1.988	1.502	0.953
	-0.40	24-4	389.84	295.99	31.71	1.981	1.504	0.954
	-0.50	24-5	389.50	294.64	32.20	1.979	1.497	0.949
	-0.60	24-6	371.74	280.30	32.62	1.889	1.424	0.903
	-0.70	24-7	368.15	274.96	33.89	1.871	1.397	0.886
	-0.80	24-8	360.18	269.58	33.61	1.830	1.370	0.869
	-0.90	24-9	357.24	266.32	34.14	1.815	1.353	0.858
25	-0.10	25-1	352.61	286.54	23.06	1.792	1.456	0.923
	-0.20	25-2	368.09	293.02	25.62	1.871	1.489	0.944
	-0.30	25-3	380.55	294.79	29.09	1.934	1.498	0.950
	-0.40	25-4	386.68	293.83	31.60	1.965	1.493	0.947
	-0.50	25-5	387.03	292.72	32.22	1.967	1.488	0.943
	-0.60	25-6	368.61	273.54	34.76	1.873	1.390	0.881
	-0.70	25-7	367.09	273.02	34.46	1.866	1.387	0.880
	-0.80	25-8	366.55	272.79	34.37	1.863	1.386	0.879
	-0.90	25-9	365.68	271.03	34.92	1.858	1.377	0.873

3.2 Kết quả thí nghiệm xuyên động hiện trường

Vị trí thực hiện thí nghiệm xuyên động ở cách vị trí lấy mẫu cát bằng phương pháp dao vòng một khoảng từ 30cm đến 50cm. Chiều sâu thực hiện thí nghiệm xuyên động tại mỗi vị trí là 90cm.

Tiến hành xuyên động tại 25 vị trí tương ứng với 225 mẫu cát thí nghiệm bằng phương pháp dao vòng (Hình 7, 8 và 9). Kết quả thí nghiệm xuyên động được tổng kết trong Bảng 3. Biểu đồ quan hệ giữa chiều sâu Z(m) và số lần búa rơi N_{10} biểu diễn trong Hình 10.



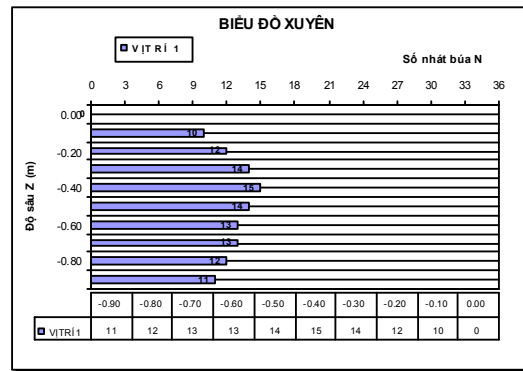
Hình 7: Thực hiện thí nghiệm xuyên động



Hình 8: Mũi xuyên cắm vào đất nền 2cm



Hình 9: Thí nghiệm xuyên tại độ sâu -0.9m



Hình 10: Biểu đồ xuyên động tại vị trí 1

Bảng 3. Kết quả số lần búa rơi (N_{10}) ứng với 10cm xuyên sâu của mũi xuyên vào nền cát

Vị trí thí nghiệm	Số nhát búa (N_{10})	Độ sâu Z (m)								
		-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90
1	N_{10}	10	12	14	15	14	13	13	12	11
2		7	8	10	10	10	9	8	10	10
3		7	11	13	12	11	10	17	15	15
4		6	8	11	11	10	10	11	22	26
5		6	9	9	11	10	8	7	15	19
6		8	12	14	17	16	14	12	11	10
7		4	6	8	9	9	9	10	10	12
8		11	16	19	27	23	20	16	14	13

Vị trí thí nghiệm	Số nhát búa (N_{10})	Độ sâu Z (m)								
		-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90
9		7	14	18	26	30	26	22	19	16
10		5	6	10	12	12	12	11	10	9
11		9	16	17	20	23	22	18	10	6
12		5	10	12	14	23	23	19	9	10
13		7	8	10	12	19	19	18	16	15
14		8	10	8	11	22	19	18	18	23
15		11	10	13	24	27	23	21	19	15
16		13	21	16	19	14	11	15	14	28
17		8	20	27	24	18	18	15	13	13
18		17	25	21	19	28	24	19	16	14
19		7	8	9	10	22	21	25	23	20
20		9	9	13	15	19	22	31	30	33
21		7	16	10	16	24	31	29	25	20
22		12	20	19	19	15	16	17	28	23
23		15	24	26	26	18	16	18	17	15
24		12	22	22	23	16	16	16	6	4
25		8	16	19	17	14	14	14	11	11

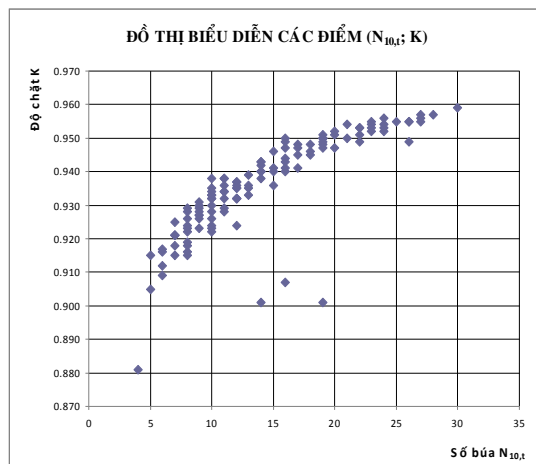
4. THIẾT LẬP CÁC TƯƠNG QUAN

4.1. Kết quả lập từ các số liệu thí nghiệm

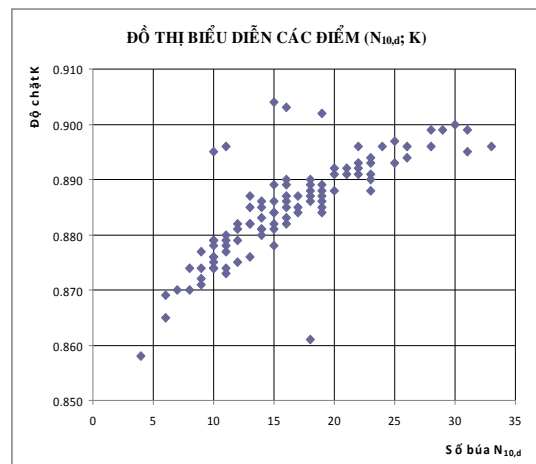
Trong phạm vi nghiên cứu, các mẫu thí nghiệm ở độ sâu từ -0.6m bị ảnh hưởng bởi mực nước ngập, vậy sẽ tìm tương quan giữa K và N_{10} trên mực nước và dưới mực nước ngập.

Trên mực nước ngầm có 125 giá trị của K,

biến thiên trong khoảng [0.881;0.959], và $4 \leq N_{10,t} \leq 30$ ở các độ sâu lần lượt là -0.1m, -0.2m, -0.3m, -0.4m, -0.5m (Hình 11). Dưới mực nước ngầm có 100 giá trị của K, biến thiên trong khoảng [0.858;0.904], và $4 \leq N_{10,d} \leq 33$ ở các độ sâu lần lượt là -0.6m, -0.7m, -0.8m, -0.9m (Hình 12).

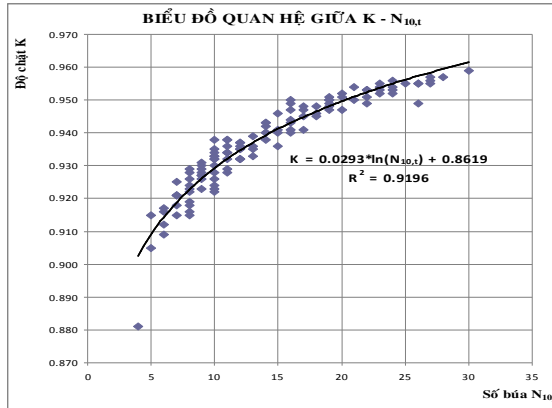


Hình 11: Đồ thị biểu diễn giá trị của ($N_{10,t}$; $K_{(t)}$) trên mực nước ngầm

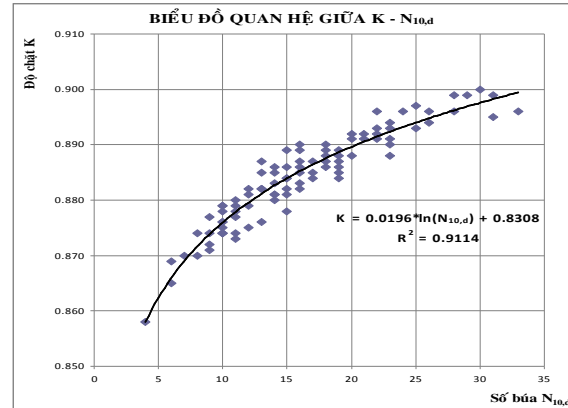


Hình 12: Đồ thị biểu diễn giá trị của ($N_{10,d}$; $K_{(d)}$) dưới mực nước ngầm

4.2 Sau khi loại bỏ sai số thô trong quá trình thí nghiệm



Hình 13: Đồ thị biểu diễn mối tương quan giữa K và $(N_{10,t})$ trên mực nước ngầm



Hình 14: Đồ thị biểu diễn mối tương quan giữa K và $(N_{10,d})$ dưới mực nước ngầm

Bằng phương pháp thống kê toán học với độ tin cậy là 95%, loại bỏ sai số thô lần lượt cho các tất cả các cặp số (N_{10}, K_{itt}) , trong đó với mỗi giá trị của N_{10} phải có tối thiểu 03 giá trị K_{itt} trở lên. Trường hợp các N_{10} có ít hơn 03 giá trị K_{itt} thì lấy tất cả các giá trị đó. Kết quả loại bỏ sai số thô được biểu diễn trên đồ thị Hình 13 và Hình 14.

4.3 Xây dựng mối tương quan giữa K và N_{10}

Mối tương quan giữa mức độ đầm chặt K và số lần búa rơi $N_{10,t}$ để mũi xuyên qua được 10cm nền cát *trên mực nước ngầm* và cát san lấp có hệ số không đồng đều cỡ hạt $C_u \leq 1.708$ và $4 \leq N_{10,t} \leq 30$ ta được:

$$K = 0.0293 * \ln(N_{10,t}) + 0.8619 \quad (5)$$

K: hệ số đầm chặt của nền cát

$N_{10,t}$: số nhát búa để mũi xuyên vào nền một đoạn 100mm trên mực nước ngầm.

Mối tương quan giữa mức độ đầm chặt K và số lần búa rơi $N_{10,d}$ để mũi xuyên qua được 10cm nền cát *dưới mực nước ngầm* và cát san lấp có hệ số không đồng đều cỡ hạt $C_u \leq 1.708$ và $4 \leq N_{10,d} \leq 33$ ta được:

$$K = 0.0196 * \ln(N_{10,d}) + 0.8308 \quad (6)$$

K: hệ số đầm chặt của nền cát

$N_{10,d}$: số nhát búa để mũi xuyên vào nền một đoạn 100mm dưới mực nước ngầm.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Các công trình thi công san lấp cát trong thực tế nên dùng phương pháp thí nghiệm xuyên động hiện trường để đánh giá mức độ đầm chặt trung bình của nền cát theo chiều sâu với các ưu điểm như: thiết bị thí nghiệm đơn giản hơn, dễ dàng thực hiện, chi phí thí nghiệm thấp hơn so với các phương pháp khác, tiết kiệm thời gian thực hiện thí nghiệm và đánh giá trạng thái nền một cách nhanh chóng và chính xác. Việc kiểm tra độ chặt nền theo chiều sâu là một ưu điểm lớn và dễ dàng kiểm tra công tác đầm nén trong quá trình thi công cho các công trình thi công có diện tích lớn với mật độ yêu cầu kiểm tra cao.

Khi thực hiện thí nghiệm xuyên động hiện trường để xác định mối tương quan giữa mức độ đầm chặt K và số lần búa rơi N_{10} để mũi xuyên được 10cm vào nền cát có hệ số không đồng đều cỡ hạt $C_u \leq 1.708$ ta áp dụng các công thức (5) và (6) để tính toán mức độ đầm chặt K từ kết quả xuyên động.

Phương trình tương quan giữa mức độ đầm chặt K và $N_{10,t}$ của nền cát ở độ sâu trên mực nước ngầm ($4 \leq N_{10,t} \leq 30$):

$$K = 0.0293 * \ln(N_{10,t}) + 0.8619$$

Phương trình tương quan giữa mức độ đầm chặt K và $N_{10,d}$ của nền cát ở độ sâu dưới mực nước ngầm ($4 \leq N_{10,d} \leq 33$):

$$K = 0.0196 * \ln(N_{10,d}) + 0.8308$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công và nghiệm thu nền, mặt đường ô tô, TCVN 22TCN, Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- [2] Đoàn Thế Tường, Lê Thuận Đăng (2002), Thí nghiệm đất và nền móng công trình, Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- [3] Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 333-06, phương pháp I-A.
- [4] Đinh Văn Gắng (2007), Lý thuyết xác suất và thống kê, Nhà xuất bản giáo dục, 2007.
- [5] Phan Hiếu Hiền (2001), Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu (thống kê thực nghiệm), Nhà xuất bản Nông nghiệp.

Abstract

ESTABLISHING THE RELATION BETWEEN THE COMPACTION RATIO (K) AND FIELD DYNAMIC PENETRATION TESTS (N_{10}) FOR FILLING SAND

*This paper is aimed at establishing the relation between the compaction ratio (K) and field dynamic penetration test (N_{10}) for fine sand filling. Based on the field dynamic penetration test with a uniformity coefficient of $C_u \leq 1.708$, the compaction ratio K can be driven from the number of hammer drop of N_{10} . The correlation equation between compaction ratio K and number of $N_{10,t}$ of the filling fine sand in the depth above ground water level is as $K = 0.0293 * \ln(N_{10,t}) + 0.8619$. The Correlation equation between compaction ratio K and number of $N_{10,d}$ of the filling fine sand in the depth below ground water level is as $K = 0.0196 * \ln(N_{10,d}) + 0.8308$. Using of field dynamic penetration test to assess the average compaction ratio K of sand filling in depth instead of field density test has more advantages such as low testing cost, less testing time and conducting even in the submerged sand filling. This will overcome the difficulties which usually occur when the ground is submerged or short test time required.*