



# TƯƠNG QUAN ĐỘ ĐẦM CHẶT NỀN ĐẤT, NỀN ĐƯỜNG VÀ ĐỘ LÚN

## CORRELATION BETWEEN COMPACTION OF SOIL, ROADBED AND SETTLEMENT

 TS. Nguyễn Kế Tường<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hiện nay nhiều công trình xây dựng bị lún nền theo thời gian sử dụng như đường giao thông, nền kho bãi, nhà ở, công trình xây dựng bên trên nền, nền bị lún sẽ làm cho những loại công trình này không còn sử dụng bình thường, mất an toàn, không còn sử dụng bình thường theo thiết kế ban đầu. Nền kho bãi, nền bến xe, nền đường, công trình xây dựng, bị hư, không còn sử dụng bình thường, thiệt hại nhiều về hiệu quả công trình và kinh phí. Hư hỏng nền móng công trình có nhiều nguyên nhân. Nghiên cứu này giới thiệu và phân tích và giới thiệu một nguyên nhân gây ra sự lún nền của các công trình nền bãi hàng hóa, bãi bến xe, nền đường giao thông... hiện nay.

**Từ khóa:** Độ lún nền đất, lún nền đường, hệ số đầm chặt, hệ số rỗng.

**Abstract:** Currently, many construction works have their foundations subsided over time, such as roads, warehouses, houses, and construction works on the foundation. The subsidence of the foundation will make these types of works no longer normal, unsafe, and no longer normal according to the original design. Warehouse foundations, bus station foundations, road foundations, construction works, if damaged, not in normal state, will cause great damage to the efficiency of the works and costs. There are many causes of damage to the foundation of works. This study introduces and analyzes a cause of subsidence of the foundations of cargo yards, bus stations, and traffic roads... at present.

**Keywords:** Ground subsidence, roadbed subsidence, compaction coefficient, void coefficient.

Nhận bài ngày 12/8/2025, chỉnh sửa ngày 22/9/2025, chấp nhận đăng ngày 05/11/2025.

### 1. Cơ sở lý luận

Lý luận cơ bản để xác định độ chặt của đất nền như sau:

→ Xác định hệ số rỗng lớn nhất của đất ở trạng thái ban đầu. Hệ số rỗng ban đầu là hệ số rỗng lớn nhất  $e_0 = e_{max}$  ứng với trạng thái nguyên dạng của mẫu đất trong nền nguyên dạng;

→ Yêu cầu hệ số đầm chặt  $K_{yc}$

→ Xác định hệ số rỗng theo yêu cầu hệ số đầm chặt: Hệ số rỗng  $e_{yc}$  theo yêu cầu đầm nén  $K_{yc}$  căn cứ theo độ chặt  $K_{yc}$  theo công thức (1):

$$e_{yc}(K_{yc}) = e_{max} - K_{yc}(e_{max} - e_{pmax(K_{yc})}); (1)$$

⇒ Trong công thức (1), giá trị  $e_{pmax}(K_{yc})$  là giá trị hệ số rỗng của đất nền ứng với áp lực nén  $p_{max}$  trong thí nghiệm đầm nén  $K_{yc}$ .

⇒  $p_{max}(K_{yc})$  có nhiều cấp tùy theo loại đất và yêu cầu sử dụng của nền công trình;

⇒  $p_{max}(K_{yc}) = (... 4 \text{ kG/cm}^2; 6 \text{ kG/cm}^2; 8 \text{ kG/cm}^2; 10 \text{ kG/cm}^2 ...)$ ;

⇒ Trong công thức (1)  $e_{yc}$  phụ thuộc vào áp lực nén trong thí nghiệm  $p_{max}$

<sup>1</sup>Viện đào tạo Kiến trúc, Xây dựng và giao thông  
Trường Đại học Thủ Dầu Một  
Email: <sup>1</sup>nguyenketuong@gmail.com

→ Xác định độ lún của nền đất khi được đầm chặt theo yêu cầu:

$$S_u = \frac{e_{\max} - e_{yc}}{1 + e_{\max}} \cdot h; \quad (2)$$

**2. Tài liệu nghiên cứu**

Số liệu dung cho nghiên cứu là tài liệu địa chất của 3 loại đất với thí nghiệm nén để xác định quan hệ hệ số rỗng trong đất ứng với các cấp áp lực nén được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Số liệu thí nghiệm nén của đất nền nghiên cứu theo áp lực nén

Loại đất thứ nhất	Áp lực thí nghiệm nén, p (kG/cm <sup>2</sup> )	0,60	0,250	0,50	1,00	2,00	4,00
	Hệ số rỗng thí nghiệm, e	2.288	2.209	2.139	2.016	1.835	1.644
Loại đất thứ hai	Áp lực thí nghiệm nén, p (kG/cm <sup>2</sup> )	0,60	0,250	0,50	1,00	2,00	4,00
	Hệ số rỗng thí nghiệm, e	1.170	1.112	1.070	1.000	0.940	0.870
Loại đất thứ ba	Áp lực thí nghiệm nén, p (kG/cm <sup>2</sup> )	0,60	0,250	0,50	1,00	2,00	4,00
	Hệ số rỗng thí nghiệm, e	0.783	0.713	0.682	0.650	0.621	0.593

- \* Loại đất thứ nhất là đất rất yếu, có hệ số rỗng ban đầu e<sub>0</sub>=2.288;
- \* Loại đất thứ hai là đất trung bình, có hệ số rỗng ban đầu e<sub>0</sub>=1.170;
- \* Loại đất thứ ba là đất tốt, có hệ số rỗng ban đầu e<sub>0</sub>=0.783;
- \* Các thí nghiệm được thực hiện với các cấp tải trọng p= (0.25; 0.50; 1.00; 2.00; 4.00) kG/cm<sup>2</sup>.
- \* Hệ số rỗng nhỏ nhất của các lớp đất nghiên cứu ứng với áp lực nén p<sub>max</sub>=4.00 kG/cm<sup>2</sup>;
- \* Các đồ thị biểu thị quan hệ p-e của thí nghiệm được thể hiện trên các hình

**1. Kết quả tính toán**

**1.1. Số liệu nghiên cứu**

Bảng 2. Loại đất nghiên cứu thứ nhất

Loại đất thứ nhất	Hệ số rỗng lớn nhất ban đầu khi chưa có tải, e <sub>max</sub>	Hệ số rỗng theo áp lực công trình theo độ chặt đầm nén, e <sub>yc</sub>	Hệ số rỗng ứng với áp lực lớn nhất, e <sub>pmax</sub>	Độ đầm chặt, K		
	2.288	1.657	1.644	0.98		
	2.288	1.676	1.644	0.95		
	2.288	1.708	1.644	0.90		
	2.288	1.741	1.644	0.85		
	2.288	1.773	1.644	0.80		
Loại đất thứ nhất	Độ đầm chặt nền đất, K	Hệ số rỗng lớn nhất ban đầu khi chưa có tải, e <sub>max</sub>	Hệ số rỗng theo áp lực công trình, e <sub>yc</sub>	(1+e <sub>i</sub> )	Chiều dày lớp đất tính toán h(cm)	Độ lún của lớp đất, S(cm)
	0.98	2.288	1.657	3.288	200	38.39
	0.95	2.288	1.676	3.288	200	37.21
	0.90	2.288	1.708	3.288	200	35.26
	0.85	2.288	1.741	3.288	200	33.30
	0.80	2.288	1.773	3.288	200	31.34

Bảng 3. Kết quả tính toán của loại đất nghiên cứu thứ hai

Loại đất thứ hai	Hệ số rỗng lớn nhất ban đầu khi chưa có tải, e <sub>max</sub>	Hệ số rỗng theo áp lực công trình theo độ chặt đầm nén, e <sub>yc</sub>	Hệ số rỗng ứng với áp lực lớn nhất, e <sub>pmax</sub>	Độ đầm chặt, K
	1.17	0.876	0.87	0.98
	1.17	0.885	0.87	0.95
	1.17	0.900	0.87	0.90
	1.17	0.915	0.87	0.85
	1.17	0.930	0.87	0.80

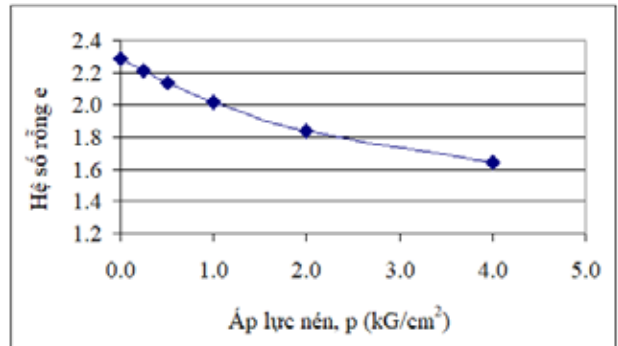
Loại đất thứ hai	Độ đầm chặt nền đất, K	Hệ số rỗng lớn nhất ban đầu khi chưa có tải, e <sub>max</sub>	Hệ số rỗng theo áp lực công trình, e <sub>yc</sub>	(1+e <sub>i</sub> )	Chiều dày lớp đất tính toán h(cm)	Độ lún của lớp đất, S(cm)
	0.98	1.17	0.876	2.17	200	27.10
	0.95	1.17	0.885	2.17	200	26.27
	0.90	1.17	0.900	2.17	200	24.88
	0.85	1.17	0.915	2.17	200	23.50
	0.80	1.17	0.930	2.17	200	22.12

Bảng 4. Kết quả tính toán của loại đất nghiên cứu thứ ba

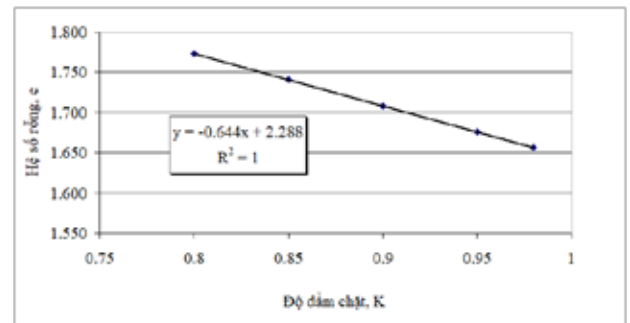
Loại đất thứ ba	Hệ số rỗng lớn nhất ban đầu khi chưa có tải, e <sub>max</sub>	Hệ số rỗng theo áp lực công trình theo độ chặt đầm nén, e <sub>yc</sub>	Hệ số rỗng ứng với áp lực lớn nhất, e <sub>pmax</sub>	Độ đầm chặt, K <sub>yc</sub>		
	0.783	0.597	0.593	0.98		
	0.783	0.603	0.593	0.95		
	0.783	0.612	0.593	0.90		
	0.783	0.622	0.593	0.85		
	0.783	0.631	0.593	0.80		
Loại đất thứ ba	Độ đầm chặt nền đất, K	Hệ số rỗng lớn nhất ban đầu khi chưa có tải, e <sub>max</sub>	Hệ số rỗng theo áp lực công trình, e <sub>yc</sub>	(1+e <sub>i</sub> )	Chiều dày lớp đất tính toán h(cm)	Độ lún của lớp đất, S(cm)
	0.98	0.783	0.597	1.783	200	20.89
	0.95	0.783	0.603	1.783	200	20.25
	0.90	0.783	0.612	1.783	200	19.18
	0.85	0.783	0.622	1.783	200	18.12
	0.80	0.783	0.631	1.783	200	17.05

**3.2. Kết quả tính toán độ lún cho các loại đất nghiên cứu**

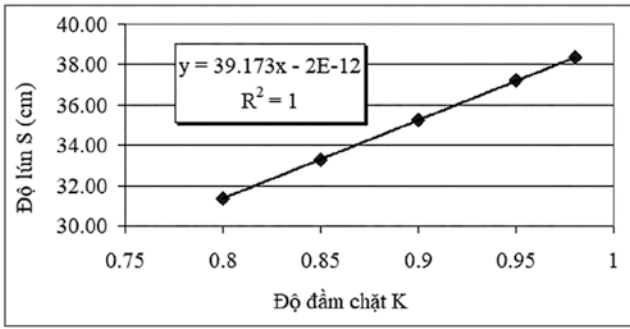
**3.2.1. Loại đất thứ nhất:**



Hình 1. Biểu đồ thí nghiệm nén đất thí nghiệm loại thứ nhất

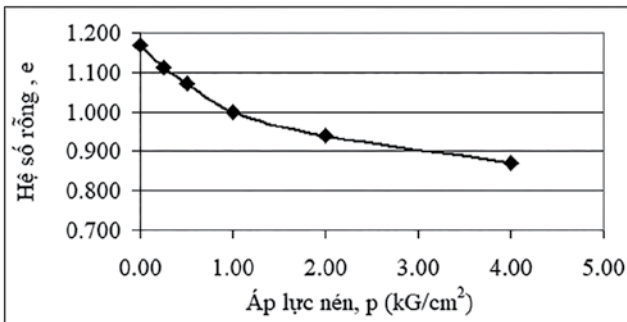


Hình 2. Biểu đồ thể hiện quan hệ độ đầm chặt và hệ số rỗng

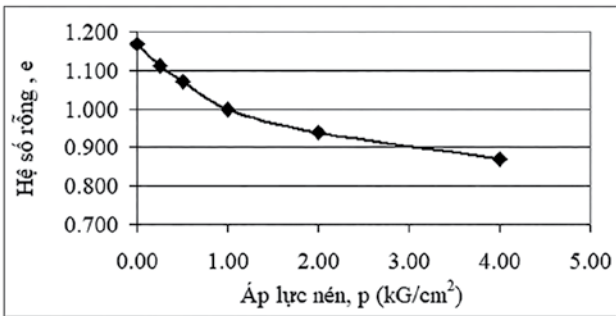


Hình 3. Biểu đồ thể hiện quan hệ độ lún và độ đầm chặt

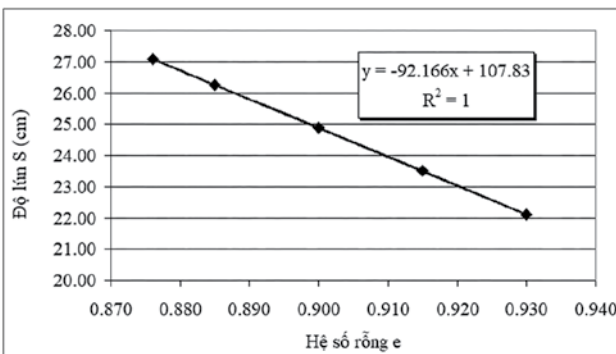
3.2.2. Loại đất thứ hai:



Hình 4. Biểu đồ thí nghiệm nén đất thí nghiệm loại thứ hai

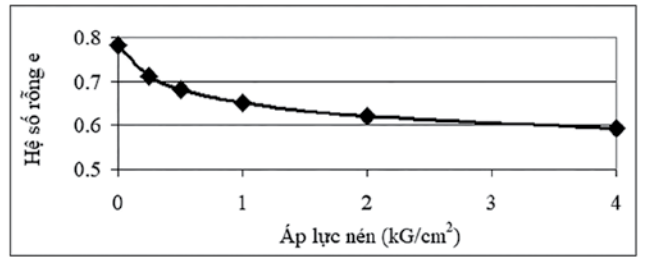


Hình 5. Biểu đồ thể hiện quan hệ độ đầm chặt và hệ số rỗng

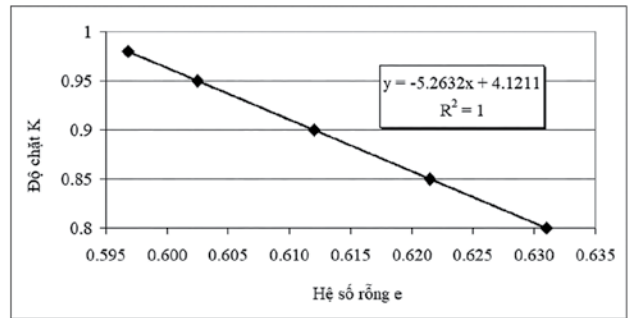


Hình 6. Biểu đồ thể hiện quan hệ độ lún và độ đầm chặt

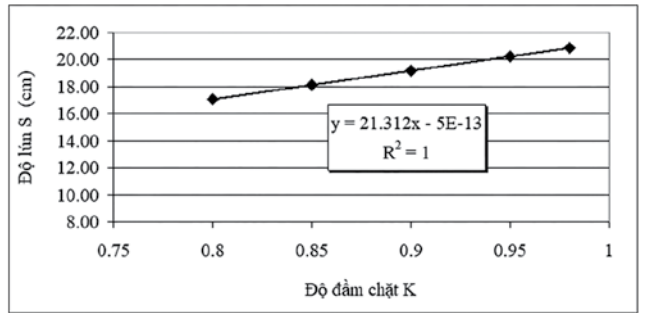
3.2.3. Loại đất thứ ba:



Hình 7. Biểu đồ thí nghiệm nén đất thí nghiệm loại thứ ba



Hình 8. Biểu đồ thể hiện quan hệ độ đầm chặt và hệ số rỗng



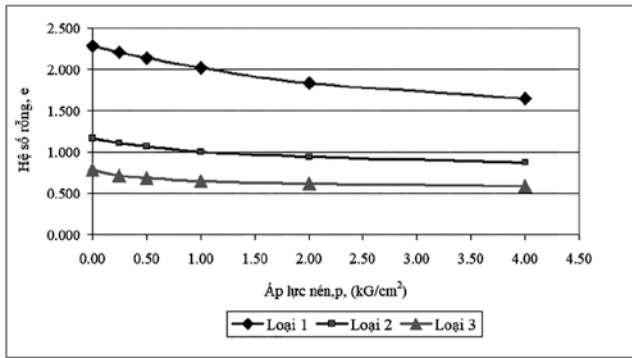
Hình 9. Biểu đồ thể hiện quan hệ độ lún và độ đầm chặt

Nhận xét từ kết quả tính toán nghiên cứu:

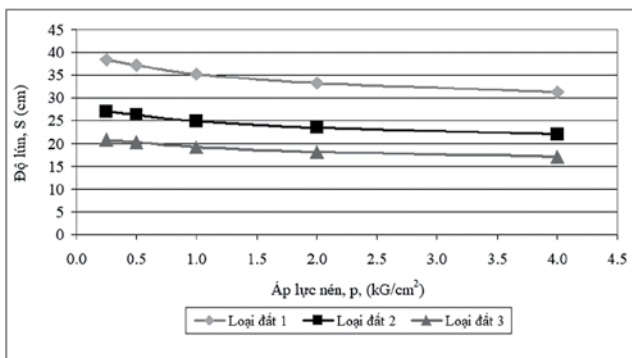
- Hệ số rỗng ban đầu phụ thuộc vào cấu trúc của nền đất và trạng thái của nền khi thành tạo;
- Hệ số rỗng và áp lực nén có quan hệ phi tuyến, dạng hyperpol
- Hệ số rỗng và độ đầm chặt có quan hệ tuyến tính
- Độ lún của nền đất với áp lực nén chặt và độ đầm chặt có quan hệ tuyến tính.

Bảng 5. Kết quả so sánh độ lún gia tăng theo độ đầm nén

Loại đất thí nghiệm	Loại thông số thí nghiệm	Áp lực nén, p (kG/cm <sup>2</sup> )				
		0,250	0,500	1,000	2,000	4,000
Loại đất thứ nhất	Hệ số rỗng giảm theo cấp áp lực	3,45%	6,51%	11,89%	19,80%	28,15%
	Độ lún, S (cm)	38,39	37,21	35,26	33,30	31,34
	Độ lún gia tăng theo độ đầm nén (%)		3,06%	8,16%	13,27%	18,37%
Loại đất thứ hai	Hệ số rỗng giảm theo cấp áp lực	4,96%	8,55%	14,53%	19,66%	25,64%
	Độ lún, S (cm)	27,10	26,27	24,88	23,50	22,12
	Độ lún gia tăng theo độ đầm nén (%)		3,06%	8,16%	13,27%	18,37%
Loại đất thứ ba	Hệ số rỗng giảm theo cấp áp lực	8,91%	12,85%	16,95%	20,69%	24,26%
	Độ lún, S (cm)	20,89	20,25	19,18	18,12	17,05
	Độ lún gia tăng theo độ đầm nén (%)		3,06%	8,16%	13,27%	18,37%



Hình 10. Biểu đồ so sánh hệ số rỗng 3 loại đất nghiên cứu



Hình 11. Độ lún của 3 loại đất cùng chiều dày 2 m của 3 loại đất

Tổng hợp kết quả nghiên cứu thể hiện trong bảng số 6:  
 Bảng 6. Kết quả so sánh quan hệ độ lún, độ chặt, áp lực nén, hệ số rỗng

Loại đất thí nghiệm	Loại thông số thí nghiệm	Áp lực nén, p (kg/cm <sup>2</sup> )					
		0,00	0,250	0,50	1,00	2,00	4,00
Loại đất thí nghiệm	Chiều dày lớp đất nghiên cứu	2 m					
	Hệ số đầm chặt, K		0,8	0,85	0,9	0,95	0,98
Loại đất thứ nhất	Hệ số rỗng thí nghiệm, e	2,288	2,209	2,139	2,016	1,835	1,644
	Độ lún (cm)		38,39	37,21	35,26	33,30	31,34
Loại đất thứ hai	Hệ số rỗng thí nghiệm, e	1,170	1,112	1,070	1,000	0,940	0,870
	Độ lún (cm)		27,10	26,27	24,88	23,50	22,12
Loại đất thứ ba	Hệ số rỗng thí nghiệm, e	0,783	0,713	0,682	0,650	0,621	0,593
	Độ lún (cm)		20,9	20,2	19,2	18,1	17,0

**4. Kết luận và kiến nghị**

Một số kết luận cho nghiên cứu, như sau:

- 4.1. Cùng chiều dày 2 m; các loại đất khác nhau có cùng một số tính chất như sau:
  - Độ chặt càng tăng thì hệ số rỗng càng giảm;
  - Độ chặt càng tăng thì độ lún càng giảm;
  - Độ chặt càng tăng hệ số rỗng càng giảm;

- 4.2. Cùng một chiều dày lớp đất, 2 m,
  - Cùng áp lực nén tác dụng với các lớp đất khác nhau đều có độ lún khác nhau;
  - Độ lún đầm nén với áp lực p=4.00 kg/cm<sup>2</sup> với lớp đất tốt thì vẫn có S=17.0 cm, lớn hơn độ lún cho phép theo TCVN 9362:2012;
  - Cần có biện pháp xử lý nền hoặc giảm áp lực nén lên nền đất để bảo đảm độ lún cho phép theo TCVN 9362:2012.
- 4.3. Công trình trên nền đất, khi thi công và thiết kế cần lưu ý
  - Cần tính toán xác định độ lún nền theo đúng qui định của TCVN 9362:2012;
  - Để hiệu quả cho công trình xây dựng, cần có giải pháp xử lý nền để bảo đảm cho công trình.

Thúy Nga (BT)

**Tài liệu tham khảo:**

1. Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1997-1:2004 Thiết kế địa kỹ thuật; Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, năm 2016.
2. Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1997-2:2007 Thiết kế địa kỹ thuật; Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, năm 2016.
3. TCVN 8567:2010 Chất lượng đất – Phương pháp xác định thành phần cấp hạt.
4. TCVN 8869:2011 Quy trình đo Áp lực nước lỗ rỗng trong đất
5. TCVN 9148:2012 Công trình thủy lợi - Xác định hệ số thấm của đất đá chứa nước bằng phương pháp hút nước thí nghiệm từ các lỗ khoan.
6. TCVN 9362:2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.
7. TCVN 8216:2018 Công trình thủy lợi – Thiết kế đập đầm nén.
8. TCCS 41:2022/TCĐBVN: Tiêu chuẩn khảo sát, thiết kế nền đường ô tô trên nền đất yếu
9. Hoàng Văn Tân và nnk; Những Phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu; Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, năm 1973.
10. Hoàng Văn Tân và nnk; Tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn; Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, năm 1976.
11. Nguyễn Uyên; Cơ học đất; Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, năm 2005
12. Robert.V.Whitlow; Cơ học đất; Nhà xuất bản giáo dục, năm 1999.

