

Nghiên cứu thực nghiệm trong phòng xác định mô đun đàn hồi Mr của cấp phối đá dăm khu vực miền Bắc Việt Nam

Vũ Ngọc Phương^{1*}

¹Trường Đại học Giao thông Vận tải

TỪ KHOẢ

Cấp phối đá dăm
Mô đun đàn hồi

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả thí nghiệm trong phòng xác định mô đun đàn hồi Mr của vật liệu cấp phối đá dăm khu vực miền Bắc – Việt Nam. Kết quả thí nghiệm sẽ là cơ sở để xác định bộ dữ liệu mô đun đàn hồi của vật liệu cấp phối đá dăm phục vụ thiết kế kết cấu mặt đường theo TCCS 37:2022/TCĐBVN.

KEYWORDS

Crushed stone aggregate
Resilient modulus

ABSTRACT

The article presents the results of laboratory experiments to determine the resilient modulus Mr of crushed stone aggregate materials in the Northern region of Vietnam. The test results will be the basis for determining the resilient modulus data set of crushed stone aggregate materials for pavement structure design according to TCCS 37:2022/TCĐBVN.

1. Giới thiệu

Mô đun đàn hồi (Mr – resilient modulus) của các lớp vật liệu không gia cố và đất nền có ảnh hưởng đến đặc tính khai thác của mặt đường [2]. Mô đun đàn hồi của vật liệu là một thông số quan trọng sử dụng trong thiết kế kết cấu mặt đường theo AASHTO 1993 [3]. Ở Việt Nam, Bộ GTVT đã ban hành tiêu chuẩn cơ sở TCCS 37:2022/TCĐBVN [1] xây dựng trên cơ sở AASHTO 1993 và tiêu chuẩn 22 TCN 274-01. Nhiều dự án đã sử dụng AASHTO 1993 khi phân tích kết cấu mặt đường. Tuy nhiên việc áp dụng phương pháp này còn gặp khó khăn trong việc xác định thông số đầu vào của các loại vật liệu. Mô đun đàn hồi của vật liệu cấp phối đá dăm là một thông số đầu vào để xác định trị số của hệ số lớp a_2 và a_3 của lớp móng trên và lớp móng dưới theo TCCS 37:2022.

Bài báo trình bày kết quả thí nghiệm trong phòng xác định mô đun đàn hồi Mr của cấp phối đá dăm loại 1 và loại 2 ở khu vực miền Bắc. Kết quả thí nghiệm sẽ là cơ sở để xác định bộ dữ liệu mô đun đàn hồi của vật liệu cấp phối đá dăm phục vụ thiết kế kết cấu áo đường theo TCCS 37:2022/TCĐBVN.

2. Vật liệu và thí nghiệm

2.1. Vật liệu

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát các mỏ đá tại khu vực Miền Bắc - Việt Nam. Sau khi khảo sát, lấy mẫu tại dự án cao tốc Mai Sơn - Quốc lộ 45 với 2 mỏ đá như sau:

- Mỏ 1: Mỏ đá công ty TNHH Cao Tuấn Cường - Ngọc Tạo - Thạch Thành - Thanh Hóa
- Mỏ 2: Mỏ đá núi Dốc Ngang - Công ty TNHH Thanh Hải - Hà Long - Hà Trung - Thanh Hóa.

Tại mỗi mỏ đá lấy 02 tổ mẫu gồm: 01 tổ mẫu CPĐD loại 1 và 01 tổ mẫu CPĐD loại 2.

Tiến hành thí nghiệm trong phòng xác định các chỉ tiêu: Thành phần hạt, giới hạn chảy, giới hạn dẻo, chỉ số dẻo, hàm lượng hạt to hơn, độ hao mòn Los-Angeles, chỉ số ES. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của cấp phối đá dăm được thể hiện ở Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3. Kết quả thí nghiệm thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật theo quy trình.

Bảng 1. Phân tích thành phần hạt của vật liệu CPĐD loại 1.

TT	Mỏ vật liệu	Hàm lượng lọt sàng (%)/Cỡ sàng (mm)							
		37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,36	0,425	0,075
1	Mỏ 1 - MB	100	85,0	73,6	55,7	36,4	31,3	16,1	4,7
2	Mỏ 2 - MB	100	86,7	79,5	58,5	42,0	29,8	14,8	6,8
Yêu cầu kỹ thuật TCVN 8859		100	79	67	49	34	25	12	2
		100	90	83	64	54	40	24	12

*Liên hệ tác giả: vnphuong@utc.edu.vn

Nhận ngày 19/03/2025, sửa xong ngày 22/04/2025, chấp nhận đăng ngày 23/04/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.02.2025.934>

Bảng 2. Phân tích thành phần hạt của vật liệu CPĐĐ loại 2.

TT	Mô vật liệu	Hàm lượng lọt sàng (%)/Cỡ sàng (mm)							
		50	37,5	19,0	9,5	4,75	2,36	0,425	0,075
1	Mỏ 1 - MB	100	96,5	68,1	46,1	33,3	24,1	8,2	6,2
2	Mỏ 2 - MB	100	97,2	69,3	47,2	34,3	25,1	8,8	6,7
Yêu cầu kỹ thuật		100	95	58	39	24	15	7	2
		100	100	78	59	39	30	9	12

Bảng 3. Kết quả xác định giới hạn chảy, chỉ số dẻo, hàm lượng thoi dẹt, độ hao mòn LA, dung trọng khô lớn nhất, độ ẩm tối ưu của vật liệu CPĐĐ.

TT	Mô vật liệu	Giới hạn chảy, LL (%)	Giới hạn dẻo, PL (%)	Chỉ số dẻo, PI (%)	Độ hao mòn, LA (%)	Hàm lượng hạt thoi dẹt (%)	Chỉ số ES (%)	Dung trọng khô lớn nhất (g/cm ³)	Độ ẩm tối ưu (%)
CPĐĐ loại 1									
1	Mỏ 1 - MB	Không xác định được	Không xác định được	Không xác định được	28,2	13,0	64	2,411	4,83
2	Mỏ 2 - MB	Không xác định được	Không xác định được	Không xác định được	31,8	17,0	65	2,388	4,97
Yêu cầu kỹ thuật		≤ 25	-	≤ 6	≤ 35	≤ 18	-		
CPĐĐ loại 2									
1	Mỏ 1 - MB	Không xác định được	Không xác định được	Không xác định được	33,3	16,5	61	2,401	4,86
2	Mỏ 2 - MB	Không xác định được	Không xác định được	Không xác định được	35,1	18,2	60	2,380	4,91
Yêu cầu kỹ thuật		≤ 35	-	≤ 6	≤ 40	≤ 20	-		
Tiêu chuẩn thí nghiệm		TCVN 4197			TCVN 7572-12	TCVN 7572-13	AASHTO T176	TCVN 12790	TCVN 12790

2.2. Thí nghiệm

Thí nghiệm môđun đàn hồi M_r của vật liệu cấp phối đá dăm khu vực Miền Bắc theo tiêu chuẩn AASHTO T307 [4], trên máy UTM tại Viện KH&CN GTVT (Hình 1), với bộ khuôn mẫu, phần mềm tự động thí nghiệm và xuất kết quả.

Khu vực Miền Bắc lấy mẫu từ 02 mô vật liệu, mỗi mô vật liệu lấy 02 tổ mẫu, mỗi tổ mẫu gồm 06 mẫu thí nghiệm. Tổng cộng 24 mẫu thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi M_r .



Hình 1. Máy thí nghiệm mô đun đàn hồi của cấp phối đá dăm.

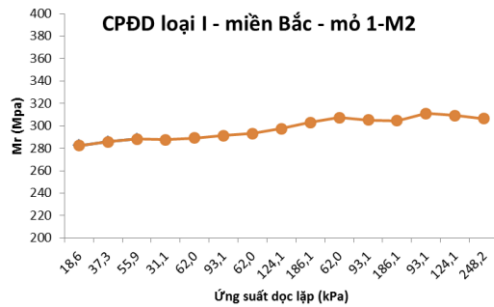
3. Kết quả thí nghiệm và thảo luận

3.1. Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi M_r của cấp phối đá dăm

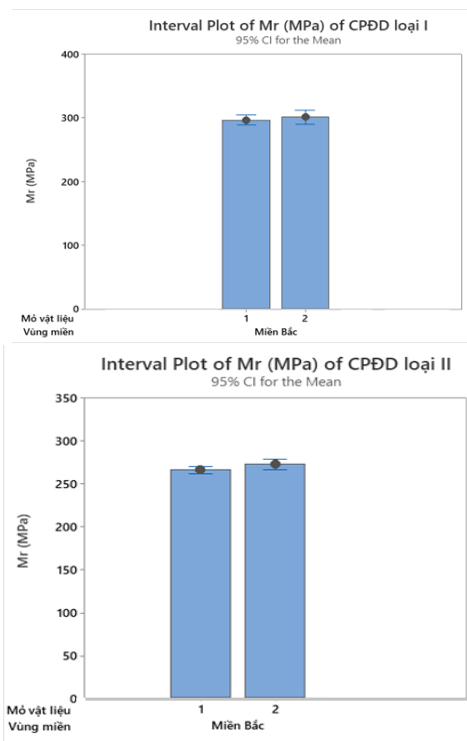
Kết quả thí nghiệm M_r của cấp phối đá dăm loại I và loại 2 khu vực Miền Bắc được đưa ra tại Bảng 4, Hình 2 và Hình 3.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi M_r của CPĐĐ loại 1 và loại 2.

TT	Tên mô vật liệu	Mẫu	M_r (MPa)	
			CPĐĐ I	CPĐĐ II
1	Mỏ 1 - MB	1	285,13	258,32
		2	297,46	262,66
		3	303,36	266,34
		4	300,46	267,58
		5	289,32	264,11
		6	301,35	269,34
2	Mỏ 2 - MB	1	291,32	274,30
		2	285,16	278,50
		3	304,35	267,30
		4	307,15	264,10
		5	305,14	266,60
		6	312,22	276,30



Hình 2. Biểu đồ Mr của một mẫu thử cấp phối đá dăm loại I theo 15 chuỗi áp lực.



Hình 3. Biểu đồ mô đun đàn hồi của cấp phối đá dăm loại 1 và loại 2 – Miền Bắc.

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm nhận thấy:

- Ứng suất hông có ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi Mr, khi tăng ứng suất hông lên thì mô đun đàn hồi Mr tăng lên.
- Mô đun đàn hồi Mr của cấp phối đá dăm loại I giao động trong khoảng từ 285,13 MPa đến 312,22 MPa, trung bình là 298,54 MPa.
- Mô đun đàn hồi Mr của cấp phối đá dăm loại II giao động trong khoảng từ 258,32 MPa đến 278,50 MPa, trung bình là 267,95 MPa.

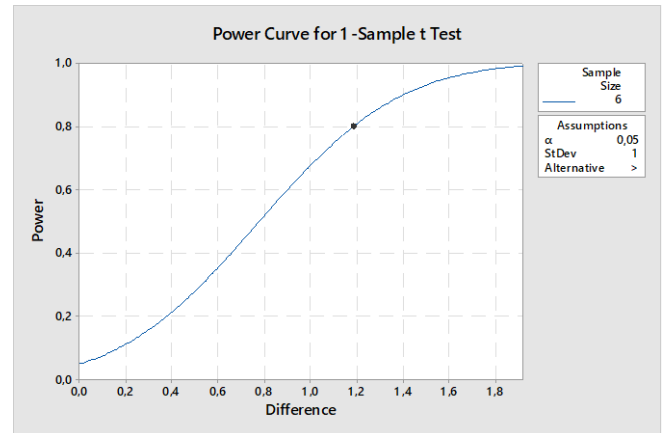
3.2. Phân tích kết quả thí nghiệm

3.2.1. Đánh giá số mẫu thí nghiệm trong tổ mẫu

Số mẫu trong 1 tổ mẫu chọn là 6, kết quả thí nghiệm được đánh giá độ chụm theo các tiêu chuẩn tương ứng. Sử dụng phần mềm

thống kê Minitab đánh giá lại số mẫu với tiêu chuẩn t-test, power=0,8 (hệ số β bằng $1 - 0,8 = 0,2$) và mức ý nghĩa $\alpha=0,05$.

Để kết quả đủ độ tin cậy của kết quả thí nghiệm, nghiên cứu được thực hiện với 6 mẫu/tổ mẫu, kiểm tra bằng Minitab xác định được mức độ phát hiện sai khác 1,18 độ lệch chuẩn với $\alpha=0,05$ và độ mạnh Power=0,8 như Hình 2.



Hình 4. Kiểm tra số mẫu khi phân tích thực nghiệm.

3.2.2. Đánh giá độ chụm của kết quả thí nghiệm

Tất cả các mẫu thí nghiệm đều được thực hiện ở cùng 1 phòng thí nghiệm, bởi cùng người thao tác, sử dụng cùng một thiết bị, trong khoảng thời gian ngắn.

Bảng 5 đưa ra ví dụ đánh giá độ chụm mô đun đàn hồi Mr của vật liệu cấp phối đá dăm loại I

Đánh giá độ chụm của kết quả thí nghiệm theo ASTM C670 và TCVN6910-6:2002

Các kết quả thí nghiệm khác cũng đều đạt độ chụm.

Bảng 5. Ví dụ đánh giá độ chụm kết quả thí nghiệm Mr của CPĐD loại 1.

TT	Chi tiêu	Mẫu	CPĐD loại 1 Mr (MPa)
1	Mô đun đàn hồi Mr, MPa	1	291,32
		2	285,16
		3	304,35
		4	307,15
		5	305,14
		6	312,22
		TB	300,89
2	Khoảng chênh lệch R: max-min	MPa	27,06
3	Hệ số biến sai cho phép Cv	%	4,5
4	Khoảng chấp nhận cho phép so với giá trị trung bình: $4.0 \times C_v$	%	18
5	Giá trị độ lệch cho phép	MPa	54,16
6	Đánh giá: So sánh (2) và (5)	-	Đạt

4. Kết luận

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm trong phòng, nhóm nghiên cứu đưa ra một số kết luận như sau:

1. Các chỉ tiêu cơ lý của các loại CPĐD loại I và loại 2 khu vực miền Bắc thỏa mãn theo quy định của TCVN 8859.
2. Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi M_r của các loại CPĐD khu vực miền Bắc có độ chụm cao.
3. Mô đun đàn hồi M_r của cấp phối đá dăm loại I giao động trong khoảng từ 285,13 MPa đến 312,22 MPa, trung bình là 298,54 MPa.
4. Mô đun đàn hồi M_r của cấp phối đá dăm loại II giao động trong khoảng từ 258,32 MPa đến 278,50 MPa, trung bình là 267,95 MPa.

Kết quả thí nghiệm này sẽ là cơ sở để xác định bộ giữ liệu mô đun đàn hồi của vật liệu cấp phối đá dăm phục vụ thiết kế kết cấu áo đường theo TCCS 37:2022/TCĐBVN

Tài liệu tham khảo

- [1]. Tổng cục đường bộ Việt Nam, (2022) TCCS 37:2012/TCĐBVN, Áo đường mềm – Yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế theo chỉ số kết cấu (SN).
- [2]. ARA Inc, ERES Consultants Division, Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Prepared for National Cooperative Highway Research Program, NCHRP 1-37A Final Report, Washington, D.C., March 2004.
- [3]. AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington, D.C., 1993.
- [4]. AASHTO T307, Determining the Resilient Modulus of soils and aggregate materials, American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington, D.C., 1993.