

QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG, BẢO TRÌ VÀ PHỤC HỒI MẶT ĐƯỜNG MỀM DỰA TRÊN TƯƠNG QUAN ĐỘ VÔNG

Dương Văn Tài, Đặng Thị Hồng, Đặng Văn Thanh, Phạm Văn Tĩnh, Nguyễn Thị Vân Hòa
Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Tiến hành đánh giá kết quả đo độ vông mặt đường bằng hai thí nghiệm khác nhau, đó là thí nghiệm đo vông bằng cân đo vông BKM (Benkelman) và thí nghiệm đo vông động FWD (Falling Weight Deflectometer) theo tiêu chuẩn hiện hành trong điều kiện nhiệt độ mặt đường tương tự nhau. Chọn những số liệu đo có cùng vị trí lý trình đo ở cả hai thí nghiệm để xét mối tương quan. Phân tích số liệu đo và chuyển đổi số liệu đo về cùng đơn vị, cùng điều kiện áp lực đo, dùng phương pháp thống kê toán học, bằng việc sử dụng phần mềm Minitab thiết lập được phương trình tương quan độ vông, sau khi đã loại bỏ những điểm bất thường. Bài báo trình bày về mối tương quan số liệu đo độ vông, khi đo bằng BKM và độ vông tại sensor 0 đo bằng FWD khi đo modun đàn hồi trong bảo trì và phục hồi mặt đường mềm. Bài báo thiết lập được phương trình tương quan mới, giữa đo độ vông bằng BKM và FWD dựa vào số liệu đo trên đường Hồ Chí Minh (HCM), bổ sung vào quỹ tích các phương trình tương quan đã được thiết lập ở Việt Nam và thế giới.

Từ khóa: Bảo trì, BKM, FWD, mặt đường mềm, phục hồi, tương quan độ vông.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở nước ta mặt đường nhựa được dùng phổ biến trên mọi loại cấp đường. Do đó chất lượng mặt đường nhựa đóng vai trò đặc biệt quan trọng, có ý nghĩa kinh tế kỹ thuật rất lớn đối với ngành giao thông vận tải và đối với sự phát triển kinh tế của đất nước. Hiện tượng hư hỏng mặt đường nhựa mỗi khi có sự thay đổi về khí hậu, thời tiết, tải trọng xe, lưu lượng xe diễn ra khá trầm trọng trên mọi cung đường.

Năm 1982 - 1983 dựa trên dữ liệu chưa được công bố do Phòng thí nghiệm vật liệu DOT của tiểu bang Washington thu thập đã đưa ra phương trình tương quan độ vông giữa FWD và BKM (Kay, R.K. et al., 1993). Năm 1981 dựa trên số liệu của Hoffman và Thompson, cũng đã đưa ra được phương trình tương quan giữa FWD và BKM. Hội nghị quốc tế GeoShanghai (2010) cũng đã đưa ra mối tương quan giữa FWD và BKM và tin rằng mô đun tính toán ngược từ các kết quả đo FWD có thể được sử dụng như một mô đun độ cứng trong xây dựng mặt đường mới ở Trung Quốc (Liang Zhou, 2010). Vì vậy có thể thay thế FWD trong việc xác định mô đun đàn hồi của mặt đường mềm để đánh giá chất lượng, năng lực phục vụ của mặt đường trong công tác bảo trì và quản lý chất lượng mặt đường.

Xác định modun đàn hồi mặt đường là một trong những yêu cầu cần thiết để lập kế hoạch

chiến lược quản lý chất lượng, bảo trì và sửa chữa đường bộ. Thí nghiệm đo vông bằng BKM và FWD để xác định mô đun đàn hồi của mặt đường là hai thí nghiệm đang được sử dụng phổ biến tại Việt Nam. Tùy vào điều kiện đo, điều kiện thiết bị, cấp đường mà người ta lựa chọn BKM hoặc FWD để đo. Trong điều kiện hiện nay ở Việt Nam, việc đo bằng FWD còn hạn chế bởi thiết bị nên cần có những nghiên cứu xây dựng phương trình hồi quy giữa kết quả đo độ vông BKM với FWD.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện với hai loại thiết bị: thiết bị đo vông BKM, FWD và trên tuyến đường HCM, đoạn từ Km447+700 đến Km448.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện bằng việc xử lý kết quả đo đạc, dùng phương pháp phân tích thống kê toán học để đưa ra các phương trình tương quan. Sử dụng Minitab là phần mềm thống kê ứng dụng được phát triển ở Đại học Pennsylvania bởi Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr. và Brian L. Joiner năm 1972.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực nghiệm tính toán từ số liệu Benkelman

Thí nghiệm đo võng bằng cần Benkelman xác định được mô đun đàn hồi của kết cấu áo đường Ep. Trình tự thí nghiệm được tiến hành theo tiêu chuẩn TCVN8867 – 2011. Tiến hành đo độ võng 20 điểm, tại mỗi vị trí đo cả hai bên phải và

trái tuyến, khoảng cách các điểm đo là 30 m. Áp lực đo là 0,62 Mpa với độ chính xác đo là 0,01 mm. Hình ảnh và kết quả về quá trình đo võng bằng BKM được thể hiện ở hình 1 và bảng 1.



Hình 1. Công tác đo võng bằng BKM tại hiện trường

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm đo võng bằng BKM

TT	Lý trình	Vết đo	P_{qd}	L_i (%mm)	K_q	L_{ihc} (%mm)	T °C	K_t	L_{itt} (%mm)	E_{tt} (MPa)
1	Km447+970	Trái	0,536	88,0	1,3	68,4	40	0,896	79,07	162
2	Km447+940	Trái	0,523	84,0	1,3	63,7	40	0,896	75,48	169
3	Km447+910	Trái	0,503	76,0	1,4	55,4	40	0,896	68,29	187
4	Km447+880	Trái	0,487	96,0	1,4	67,8	40	0,896	86,26	148
5	Km447+850	Trái	0,471	108,0	1,5	73,7	40	0,896	97,04	132
6	Km447+820	Trái	0,496	240,0	1,4	172,6	40	0,896	215,65	59
7	Km447+790	Trái	0,516	104,0	1,3	77,8	40	0,896	93,45	137
8	Km447+760	Trái	0,528	96,0	1,3	73,5	40	0,896	86,26	148
9	Km447+730	Trái	0,526	80,0	1,3	61,0	40	0,896	71,88	178
10	Km447+700	Trái	0,52	64,0	1,3	48,2	40	0,896	57,51	222
11	Km447+700	Phải	0,563	120,0	1,2	97,9	40	0,896	107,83	119
12	Km447+730	Phải	0,523	108,0	1,3	81,9	40	0,896	97,04	132
13	Km447+760	Phải	0,532	88,0	1,3	67,9	40	0,896	79,07	162
14	Km447+790	Phải	0,484	116,0	1,4	81,4	40	0,896	104,23	123
15	Km447+820	Phải	0,53	68,0	1,3	52,2	40	0,896	61,10	209
16	Km447+850	Phải	0,529	92,0	1,3	70,5	40	0,896	82,67	155
17	Km447+880	Phải	0,541	92,0	1,3	72,1	40	0,896	82,67	155
18	Km447+910	Phải	0,534	84,0	1,3	65,0	40	0,896	75,48	169
19	Km447+940	Phải	0,532	72,0	1,3	55,5	40	0,896	64,70	198

Ghi chú: P_{qd} : áp lực quy đổi; L_i : Độ võng đàn hồi; K_q : Hệ số hiệu chỉnh theo thông số; L_{ihc} : Độ võng sau hiệu chỉnh; T: Nhiệt độ mặt đường; K_t : Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ; L_{itt} : Độ võng đã hiệu chỉnh; E_{tt} : Mô đun đàn hồi từng vị trí.

3.2. Thực nghiệm tính toán từ số liệu đo FWD

Thí nghiệm FWD xác định mô đun đàn hồi của kết cấu áo đường Ep và mô đun đàn hồi hữu hiệu của nền đường MR. Thí nghiệm FWD có bán kính tấm ép 15 cm, 7 sensor D₀, D₁, D₂, D₃, D₄, D₅, D₆ với khoảng cách đến tâm tấm ép lần lượt là 0, 200, 300, 600, 900, 1200, 1500

mm. Trình tự thí nghiệm theo tiêu chuẩn 22TCN335-06 (Bộ Giao thông vận tải, 2006). Tiến hành đo 20 điểm, khoảng cách các điểm đo là 30 m. Nhiệt độ không khí 32⁰C, nhiệt độ mặt đường từ 42,5⁰C. Hình ảnh và kết quả về quá trình đo vồng bằng FWD được thể hiện ở hình 2 và bảng 2.



Hình 2. Công tác đo vồng bằng FWD tại hiện trường

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm đo vồng bằng FWD

TT/No	Mốc/milestone	Độ lún ($\text{mm} \cdot 10^{-3}$) tại các cảm biến Đo /Deflection ($\text{mm} \cdot 10^{-3}$) at sensors							
		kPa	1	2	3	4	5	6	7
1	Km 447+700	330	815	551	385	168	96		
		563	1297	958	731	350	193	98	59
2	Km 447+730	309	958	580	394	178	98		
		523	1484	1014	766	370	192	101	63
3	Km 447+760	311	825	550	386	158	84		
		532	1299	940	713	322	166	90	59
4	Km 447+790	283	1194	612	411	196	114		
		484	1847	1105	795	379	214	122	83
5	Km 447+820	311	1184	689	416	179	102		
		530	1692	1060	715	329	192	124	84
6	Km 447+850	301	879	556	380	148	74		
		529	1203	856	615	266	138	83	63
7	Km 447+880	310	834	494	330	129	70		
		541	1133	754	527	235	128	83	58
8	Km 447+910	308	784	519	351	123	61		
		534	1160	821	592	237	120	78	61

TT/No	Mốc/milestone	Độ lún ($\text{mm} \cdot 10^{-3}$) tại các cảm biến Đo /Deflection ($\text{mm} \cdot 10^{-3}$) at sensors							
		kPa	1	2	3	4	5	6	7
9	Km 447+940	304	553	393	289	115	56		
		532	876	643	495	220	110	65	49
10	Km 447+970	303	602	425	315	122	54		
		528	935	695	536	235	111	67	55
11	Km 448+000	308	685	487	348	141	73		
		354	1059	794	613	282	140	79	58
12	Km 447+970	310	638	439	315	116	56		
		536	988	716	452	228	108	62	49
13	Km 447+940	302	589	417	313	122	59		
		523	933	696	546	242	117	67	51
14	Km 447+910	286	927	520	320	116	54		
		503	1325	816	543	231	109	60	41
15	Km 447+880	282	1092	485	290	118	65		
		487	1549	806	513	225	115	66	46
16	Km 447+850	279	1206	725	490	175	82		
		471	1845	1257	904	353	157	75	57
17	Km 447+820	289	831	579	428	178	87		
		496	1274	938	725	330	167	86	60
18	Km 447+790	296	739	495	360	146	70		
		516	1135	809	601	266	131	79	58
19	Km 447+760	303	660	430	304	122	63		
		528	1001	692	518	230	121	70	52
20	Km 447+730	304	589	406	288	127	68		
		526	919	661	500	239	133	91	67
21	Km 447+700	302	613	438	323	138	76		
		520	961	719	560	269	152	97	74
22	Km447+715 (Phải tuyến)	313	1015	570	350	160	98		
		528	1498	1024	823	371	199	112	79
23	Km447+956 (Phải tuyến)	310	635	450	336	140	65		
		525	930	701	542	230	119	81	65
24	Km447+800 (Trái tuyến)	320	799	542	405	160	88		
		524	1152	826	615	271	137	83	66

3.3. Môi trường quan độ võng khi đo bằng BKM và FWD

Dựa vào số liệu đo độ võng tại bánh xe đo bằng cần BKM với áp lực $q = 0,62 \text{ Mpa}$ và đường kính vệt bánh xe $32,36 \text{ cm}$ với số liệu đo độ võng tại sensor 0 đo bằng FWD với áp lực q_i tại mỗi vị trí đo và đường kính tấm ép đo 30 cm tại cùng một vị trí đo cùng điều kiện nhiệt độ môi trường trên đoạn đường Hồ Chí Minh lý trình từ Km447+700 đến Km448+00.

Cách quy đổi đo độ võng tại mỗi vị trí về cùng áp lực dựa vào hệ số điều chỉnh theo thông số

áp lực K_q .

$$K_q = \frac{p_b(D_b)^{1,5}}{p(D)^{1,5}} \quad (1)$$

Trong đó

P_b : áp lực đo trong thí nghiệm BKM;

D_b : đường kính vệt bánh xe trong thí nghiệm BKM;

P : áp lực đo trong thí nghiệm FWD;

D : đường kính tấm ép đo trong thí nghiệm FWD.

Độ võng BKM sau quy đổi được xác định như sau:

$$L_{ihc} = \frac{L_i}{K_q} \quad (2)$$

Trong đó:

L_i : độ võng đàn hồi trong thí nghiệm BKM;

K_q : hệ số hiệu chỉnh theo thông số áp lực.

Bảng 3. Bảng quy đổi đo độ võng tại mỗi vị trí về cùng một áp lực

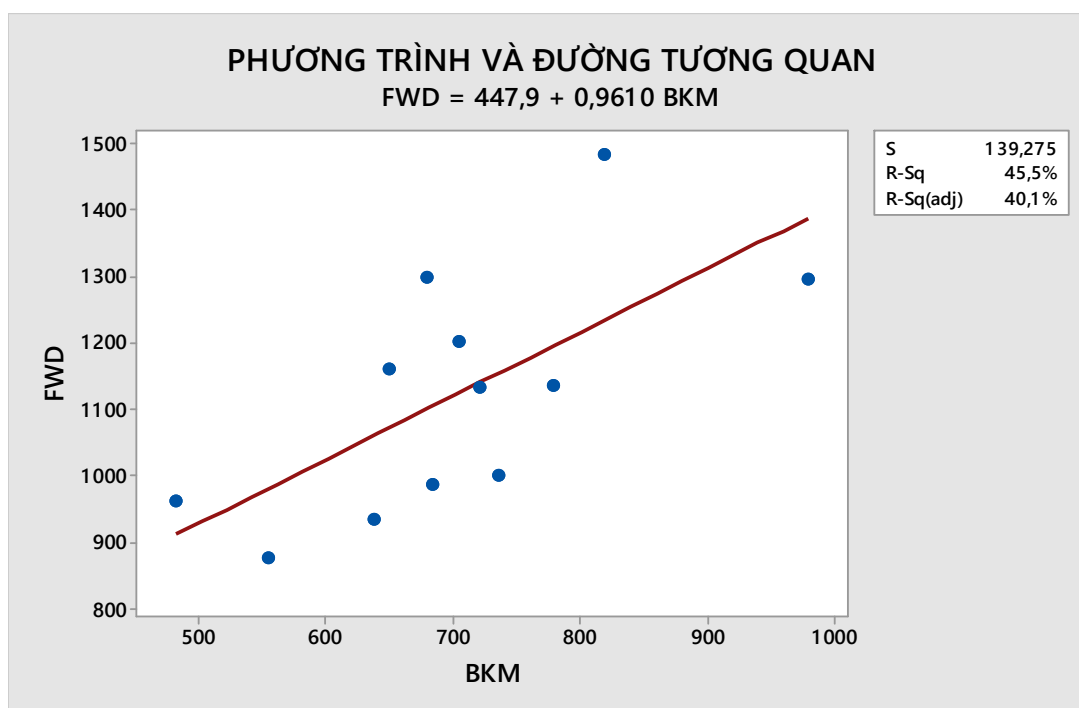
TT	Lý trình	Vật đo	Độ võng theo BKM (mm*10 ⁻³)	Độ võng theo FWD (mm*10 ⁻³)
1	Km447+970	TT	684	988
2	Km447+940	TT	637	933
4	Km447+880	TT	678	1549
5	Km447+850	TT	737	1845
7	Km447+790	TT	778	1135
8	Km447+760	TT	735	1001
10	Km447+700	TT	482	961
11	Km447+700	PT	979	1297
12	Km447+730	PT	819	1484
13	Km447+760	PT	679	1299
14	Km447+790	PT	814	1847
16	Km447+850	PT	705	1203
17	Km447+880	PT	721	1133
18	Km447+910	PT	650	1160
19	Km447+940	PT	555	876

Dùng phần mềm thống kê Minitab theo phương pháp phân tích hồi quy sau khi đã loại bỏ điểm bất thường xây dựng được mối tương quan giữa FWD và BKM được thể hiện ở

phương trình tương quan (3) và đồ thị hình 3.

$$FWD = 447,9 + 0,9610 \text{ BKM} \quad (3)$$

Với hệ số xác định điều chỉnh $R^2_{đc} = 0,4$.



Hình 3. Đường thẳng và phương trình tương quan giữa FWD và BKM
(Trong đó: FWD là độ võng tại sensor 0, μm ; BKM là độ võng tại tâm bánh xe, μm)

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã thiết lập được phương trình tương quan mới trong điều kiện đo đạc (khí hậu Việt Nam, mặt đường HCM) bổ sung vào quỹ tích các đường tương quan đã thiết lập.

Sự tương quan giữa các thiết bị đo phải được sử dụng một cách thận trọng. Thông thường, một mối tương quan được phát triển thông qua một tập hợp các điều kiện cụ thể có thể không có giới thiệu đối với những người sử dụng mối tương quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Giao thông vận tải (2001). *Tiêu chuẩn ngành 22TCN 274-01 - Tiêu chuẩn thiết kế mặt đường mềm*.
2. Bộ Giao thông vận tải (2006). *Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế - 22TCN 211-06*. Nxb. Giao thông vận tải, Hà Nội.

3. Bộ Giao thông vận tải (2006). 22TCN 335-06: *Xác định mô đun đàn hồi của nền đường và mô đun đàn hồi hữu hiệu của áo đường mềm bằng thiết bị đo động FWD*. Nxb. Giao thông vận tải, Hà Nội.

4. Bộ Giao thông vận tải (2011). TCVN 8867:2011, *Áo đường mềm - xác định mô đun đàn hồi chung của kết cấu bằng cần đo vồng Benkelman*.

5. Phòng Thí nghiệm vật liệu Xây dựng Và Công Trình Giao thông Las Xd - 204 - Trung tâm Kỹ thuật đường Bộ - Tổng cục đường Bộ Việt Nam. *Số liệu kiểm định sau đo đạc*.

6. Kay, R.K., Mahoney, J.P. and Jackson, N.C. (1993). *The WSDOT Pavement Management System – A 1993 Update*. Washington State Transportation Center (TRAC). Washington State Department of Transportation. Olympia, WA.

7. Liang Zhou (2010). *Comparison of FWD and Benkelman Beam in Evaluation of Pavement Structure Capacity*. GeoShanghai 2010 International Conference.

QUALITY MANAGEMENT, MAINTENANCE AND REHABILITATION OF SOFTROAD SURFACE BASED ON DEFLECTION CORRELATION

Duong Van Tai, Dang Thi Hong, Dang Van Thanh, Pham Van Tinh, Nguyen Thi Van Hoa
Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

Measure the deflection of the road surface with two different experiments, which is the test of deflection by measuring the Benkelman (BKM) and the experiment of measuring the deflection of FWD (Falling Weight Deflectometer) according to the current standard in the temperature conditions, the in pavement is similar, select measurements with the same position in both experiments to consider the correlation. Analyzing measurement data and converting measurement data to the same unit, same measurement pressure conditions, using mathematical statistical methods, by using Minitab software to set up the equation relative to deflection, after has removed unexpected points. The paper presents the correlation between deflection measurements when measured with BKM and deflection at Sendo 0 measured by FWD in elastic module measurement in pavement maintenance and restoration. The paper established a new correlation equation, between deflection with BKM and FWD based on measurements on the Ho Chi Minh (HCM) highway, added to the area of the correlation equations established in Vietnam and the world.

Keywords: BKM, deflection correlation, FWD, maintenance, pavement, rehabilitation.

Ngày nhận bài : 01/3/2019

Ngày phản biện : 29/3/2019

Ngày quyết định đăng : 05/4/2019