

หนังสืออ้างอิง

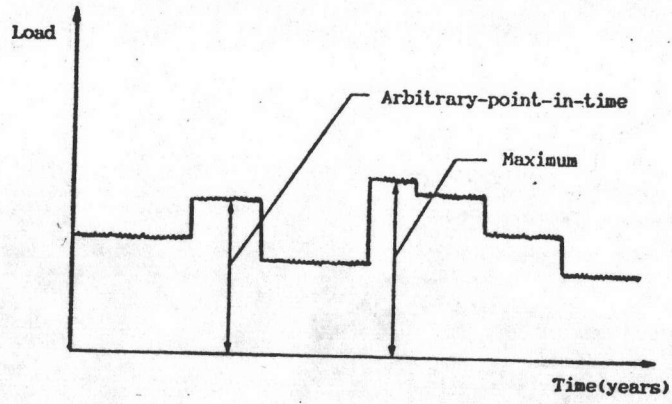
1. MacGregor, J. G., "Load and Resistance Factors for Concrete Design,"
ACI Journal, July-August, 1983, pp.279-287.
2. "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก, "ว.ส.ท. 1001-16, มิถุนายน 2517
3. Peir, J.C., Cornell, C.A., "Spatial and Temporal Variability of Live Loads, "ASCE Journal of the Structural Division, May, 1973, pp.903-922.
4. Ellingwood, B., Culver, C., "Analysis of Live Load in Office Buildings, "ASCE Journal of the Structural Division, Aug., 1977, pp.1551-1560.
5. McGuire, R.K., Cornell, C.A., "Live Load Effects in Office Buildings, "ASCE Journal of the Structural Division, July, 1974, pp.1351-1366.
6. Chalk, P.L., Corotis, R.B., "Probability Model for Design Live Loads, "ASCE Journal of the Structural Division, Oct, 1980, pp.2017-2033.
7. Ang, A.H.S, Tang, W.H., "Probability Concepts in Engineering Planning and Design, "Vol.1, Basic Principle, John Wiley & Son, 1975.

8. Ang, A.H.S, Tang, W.H., "Probability Concepts in Engineering Planning and Design, "Vol.2, Decision, Risk and Reliability, John Wiley & Son, 1984.
9. MAEDA, Y., Dr.Eng., "Structural Reliability and Application to Design, "Series of Lectures, Presented at Chulalongkorn University, Dec., 1981.
10. Ellingwood, B., "Reliability of Current Reinforced Concrete Designs, "ASCE Journal of the Structural Division, Apr., 1979, pp.699-712.
11. NBS Special Publication 577, "Development of a Probability Based Load Criterion for American National Standard A58, "June, 1980.
12. Galambos, T.V., Ellingwood, B., MacGregor, J.G., Cornell, C.A., "Probability Based Load Criteria:Assessment of Current Design Practice, "ASCE Journal of the Structural Division, May, 1982.
13. Ellingwood, B., MacGregor, J.G., Galambos, T.V., Cornell, C.A., "Probability Based Load Criteria:Load Factors and Load Combinations, "ASCE Journal of the Structural Division, May, 1982, pp.978-997.
14. Sexsmith, R.G., Nelson, M.F., "Limitations in Application of Probabilistic Concepts, "ACI Journal, Oct., 1969, pp.823-865.
15. Cornell, C.A., "A Probability-Based Structural Code, "ACI Journal, Dec., 1969, pp.974-985.

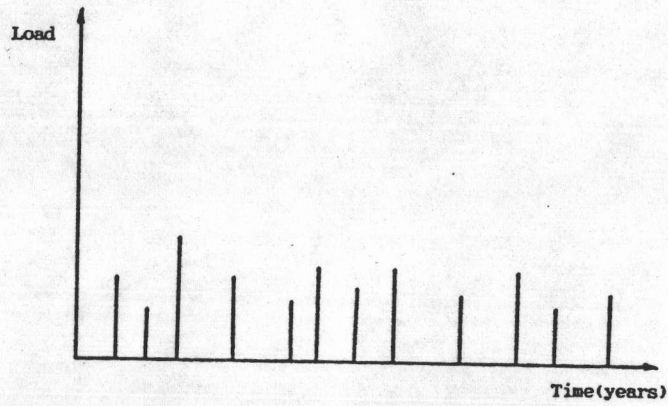
16. Reese, R.C., "Probabilistic Approaches to Structural Safety,"
ACI Journal, Jan., 1976, pp.37-44.
17. Ellingwood, B., "Reliability Based Criteria for Reinforced Concrete
Design, "ASCE Journal of the Structural Division, Apr., 1979.
18. CIRIA Report 63, "Rationalisation of Safety and Serviceability
Factors in Structural Codes,".
19. Dunham, J.W., Brekke, G.H., Thompson, G.N., "Live Loads on Floors
in Buildings, "Building Materials and Structures Report 133,
Dec., 1952.
20. Build International, "Floor Loadings Surveys and Analysis,"Sept.,
1968.
21. Hasofer, A.M., "Statistical Model for Live Floor Loads, "Journal
of the Structural Division, Proceedings of ASCE, Oct., 1968,
pp.2183-2196.
22. Ang, A.H., Cornell, C.A., "Reliability Based of Structural Safety and
Design, "ASCE Journal of the Structural Division, Sept.
1974, pp.1755-1788.
23. Culver, C.G., "Live Load Survey Results for Office Buildings,"
ASCE Journal of the Structural Division, Dec., 1976.

24. Corotis, R.B., Doshi, V.A., "Probability Models for Live Load Survey. "ASCE Journal of the Structural Division, June 1977.
25. Ang.A.H.-S., Mohammad Amin, "Safety Factors and Probability in Structural Design, "ASCE Journal of Structural Devision, July, 1969, pp.1389-1405.
26. Ellingwood, B.R., "Safety Checking Formats for Limit States Design, "ASCE Journal of Structural Devision, July, 1982, pp.1481-1493.
27. Freudenthal, A.M., Garrelts, J.M., Mazanobu Shinozuka, "The Analysis of Structural Safety, "ASCE Journal of Structural Devision, Feb., 1966, pp.267-299.
28. Randall, F.A., "Historical Notes on Structural Safety, " ACI Journal, Oct., 1973, pp.669-67821.
29. Corotis, R.B., Tsay, W.Y., "Probabilistic Load Duration Model for Live Loads, "ASCE Journal of Structural Engineering, Apr., 1983, pp.859-873.
30. Schueller, G.I., "Structural Reliability, "เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรพิเศษ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Dec.-Jan., 1987.

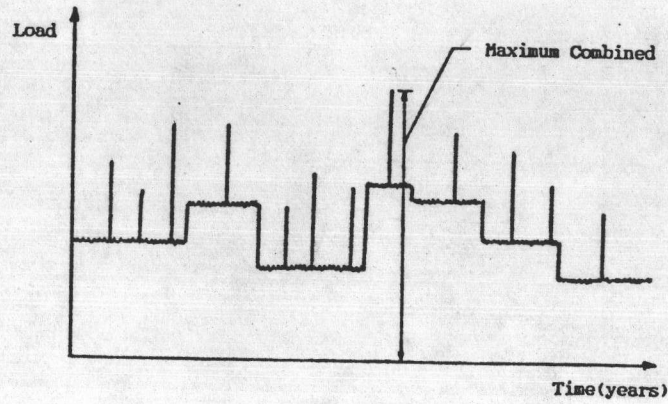
รูปภาพ



ก. น้ำหนักบรรทุกจรถาวร

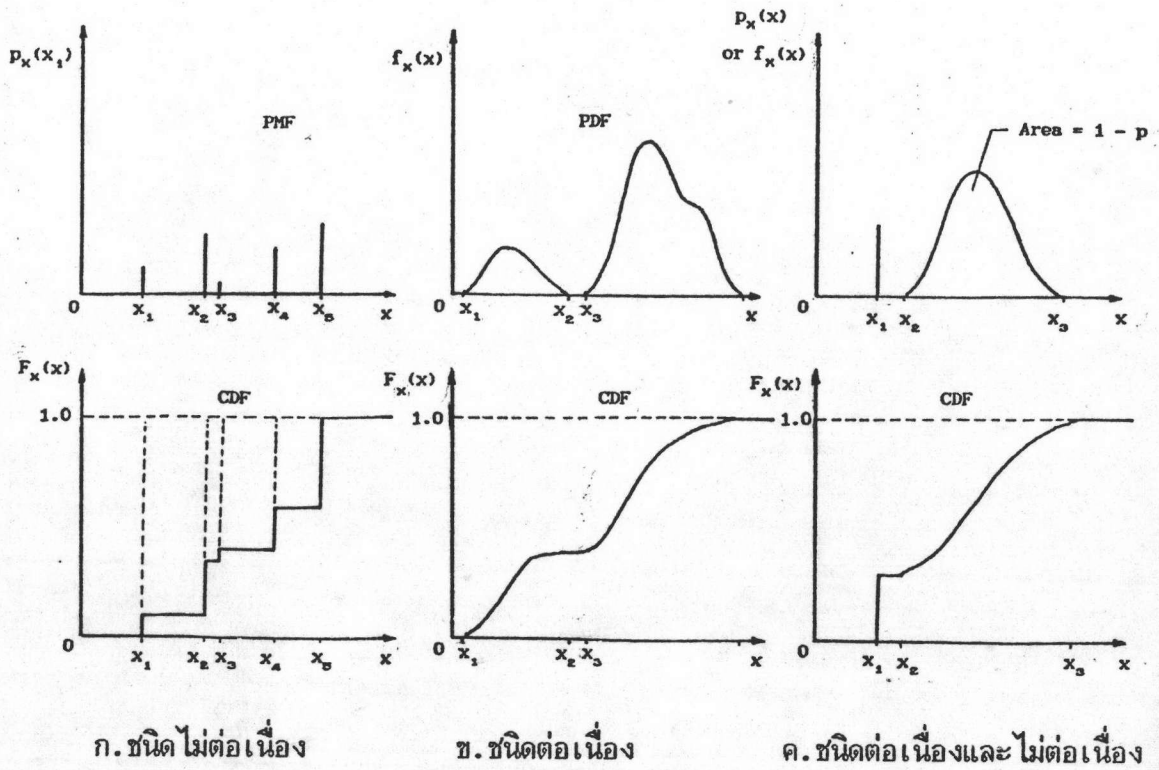


ข. น้ำหนักบรรทุกจรเพิ่มชั่วคราว

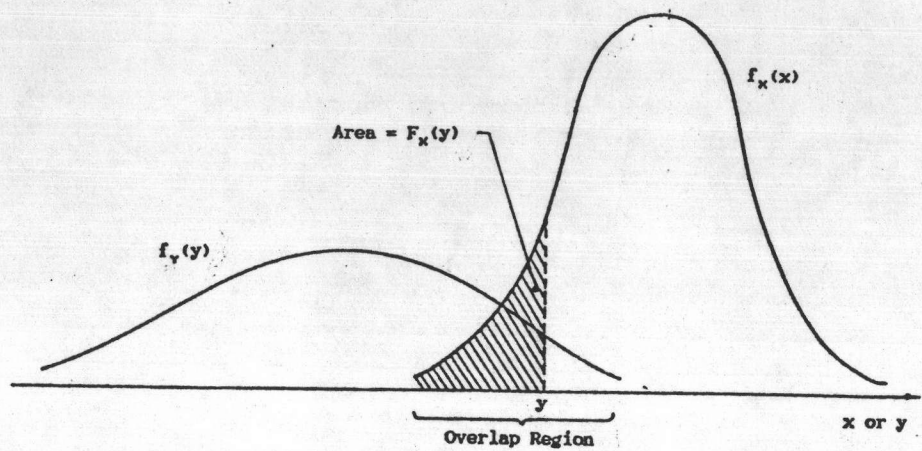


ค. น้ำหนักบรรทุกจรรวม

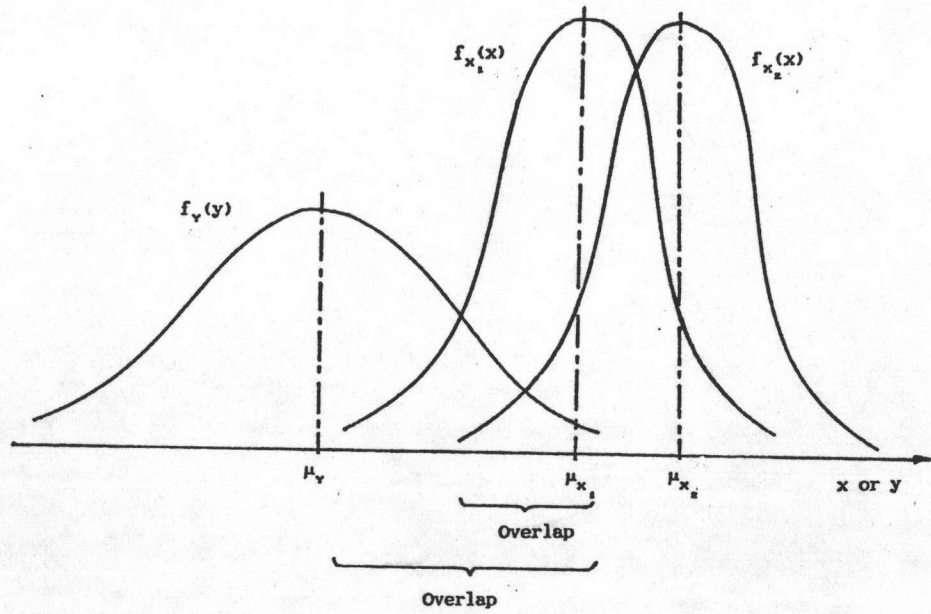
รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักบรรทุกจรตามเวลา [6]



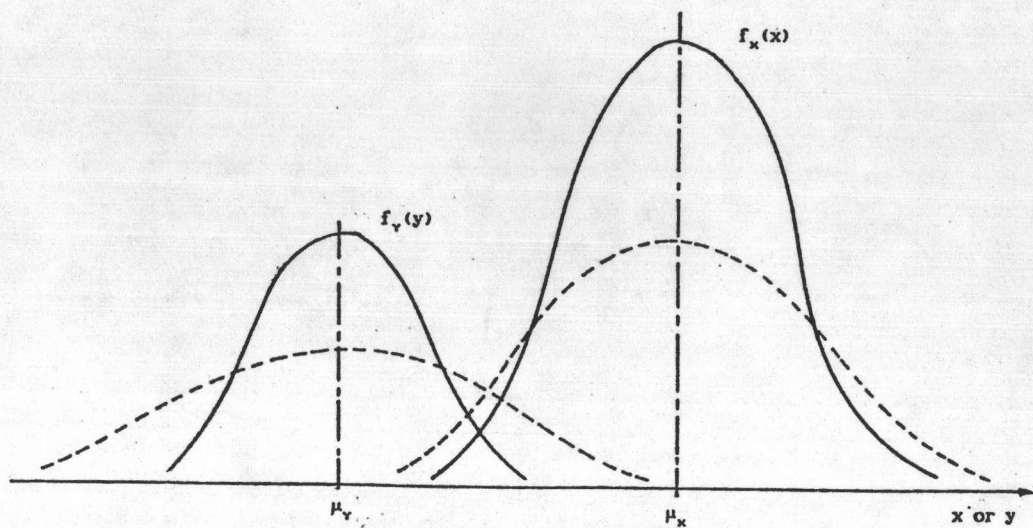
รูปที่ 3.1 ลักษณะการกระจายของตัวแปรสุ่ม [7]



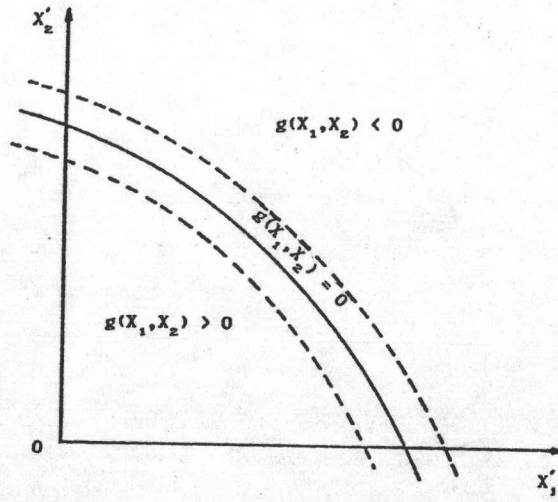
รูปที่ 3.2 ฟังก์ชันการกระจายความน่าจะเป็นของ $f_x(x)$ และ $f_y(y)$ [8]



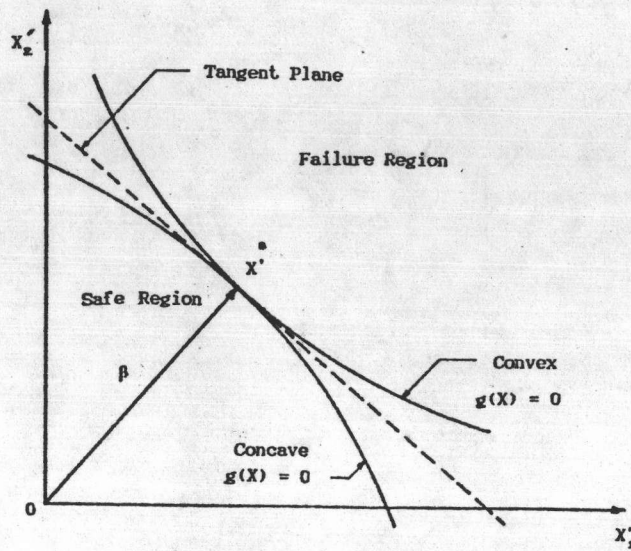
รูปที่ 3.3 ผลของตำแหน่งระหว่าง $f_Y(y)$ และ $f_X(x)$ ต่อ p_F [8]



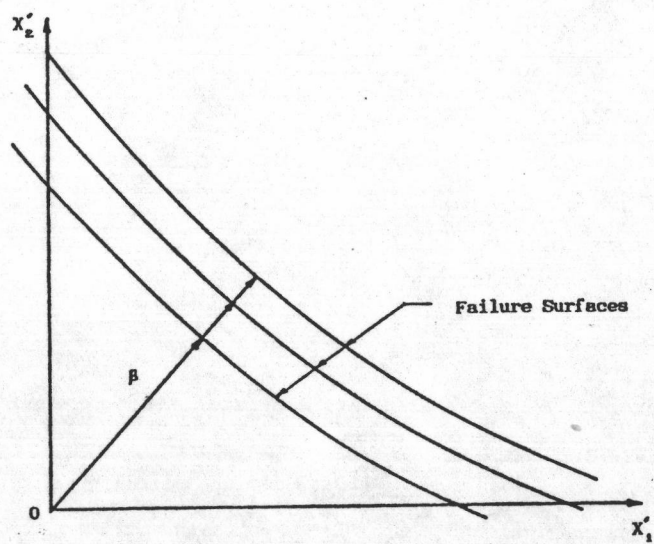
รูปที่ 3.4 ผลของการกระจายของ $f_X(x)$ และ $f_Y(y)$ ต่อ p_F [8]



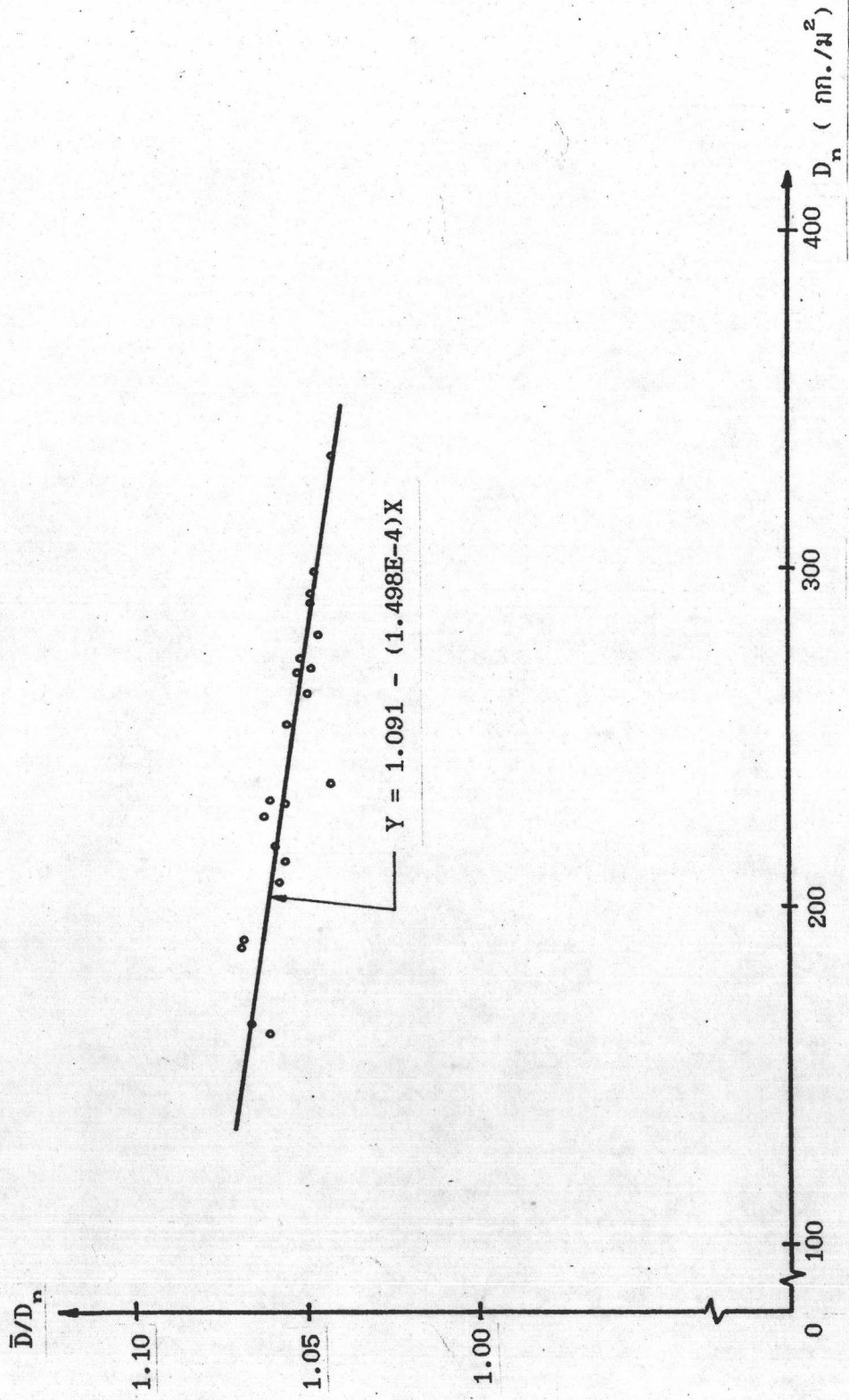
รูปที่ 3.5 ขอบเขตของสภาวะปลอดภัยและสภาวะวิบัติในสภาพของตัวแปรลด [8]



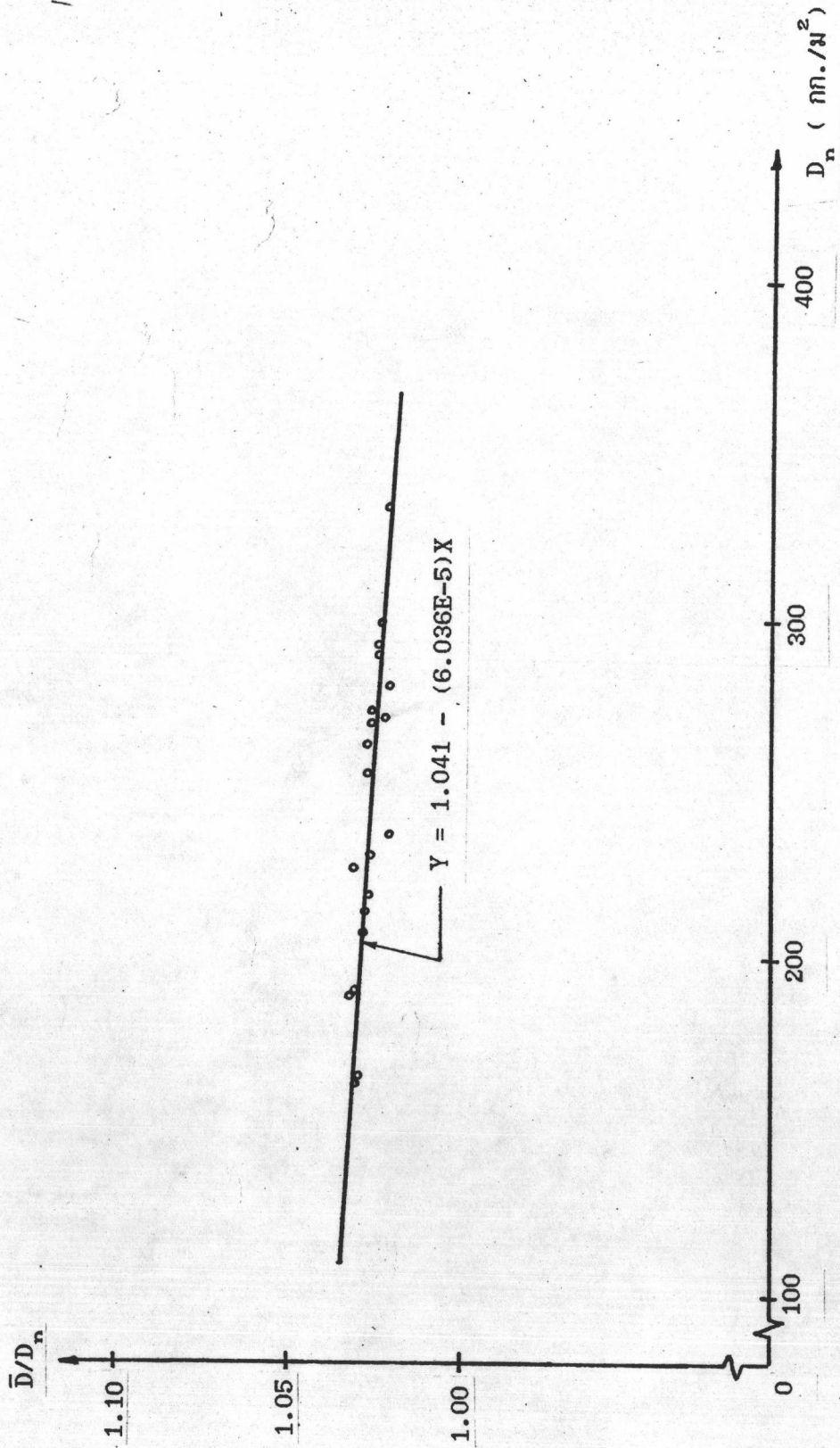
รูปที่ 3.6 แสดงพื้นผิวสัมผัสกับพื้นผิววิบัติที่จุด X^* [8]



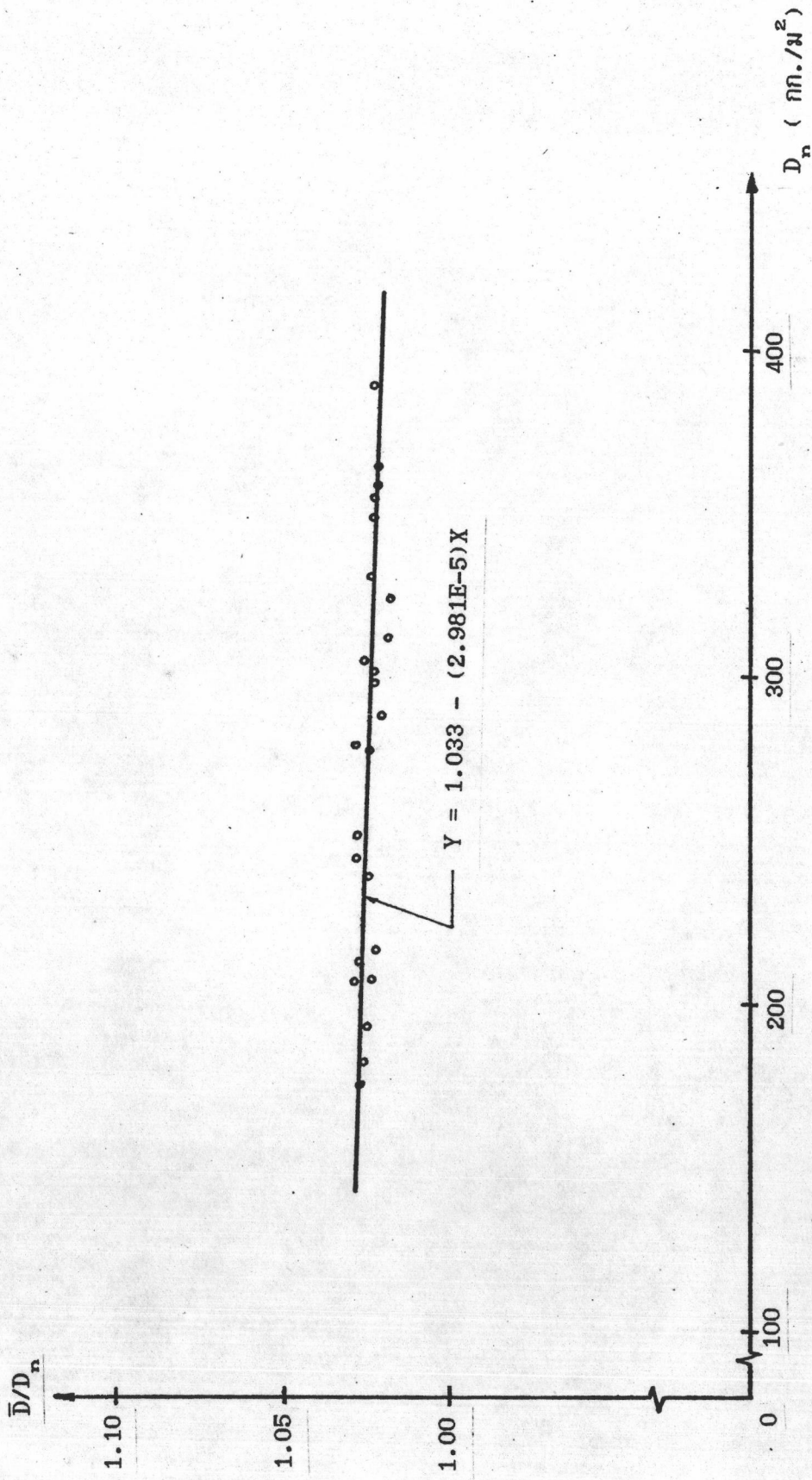
รูปที่ 3.7 แสดงความสัมพันธ์ของ β กับพื้นผิววิบัติ [8]



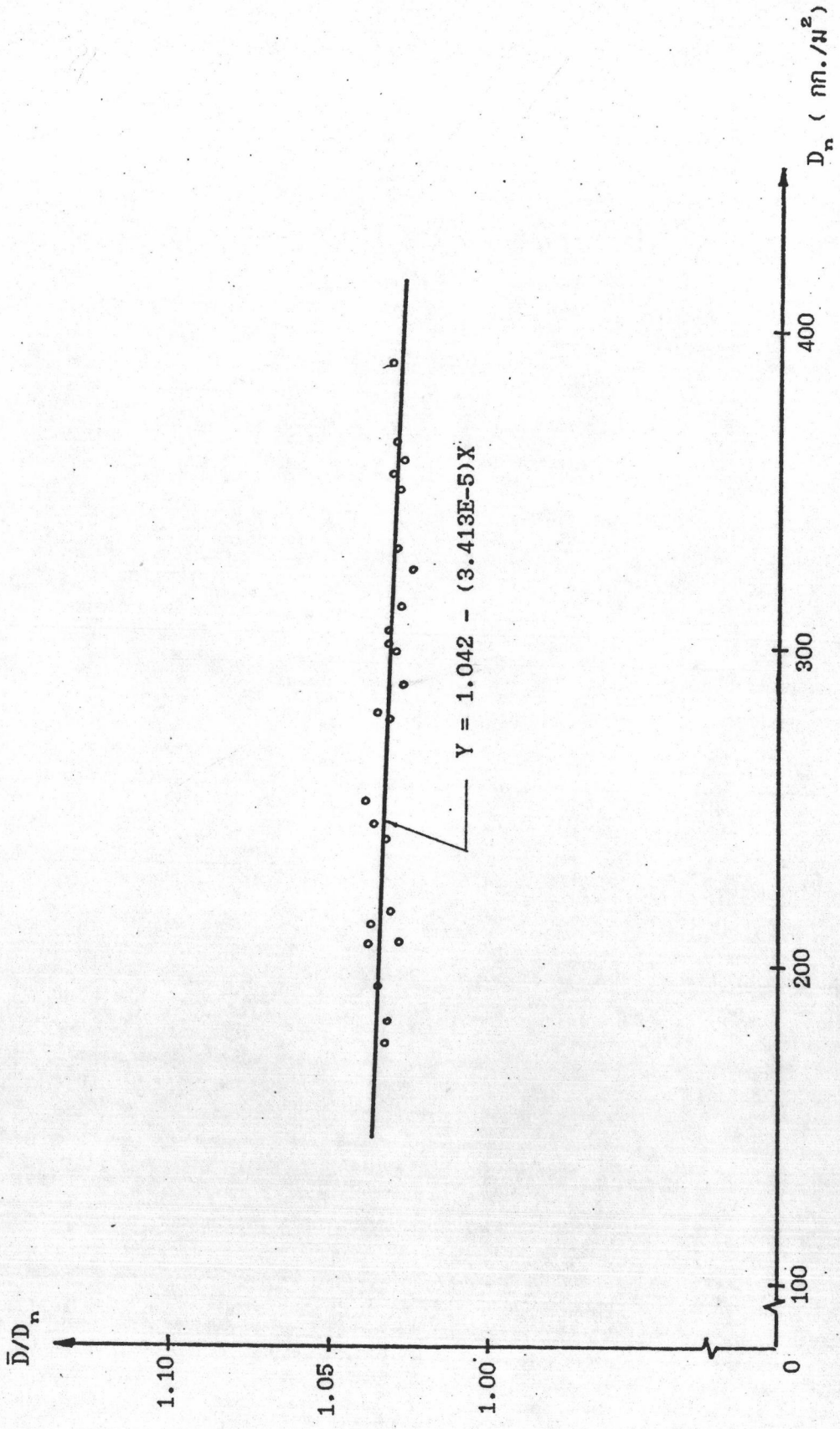
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ของผงที่มีการควบคุมประเภทที่ 1



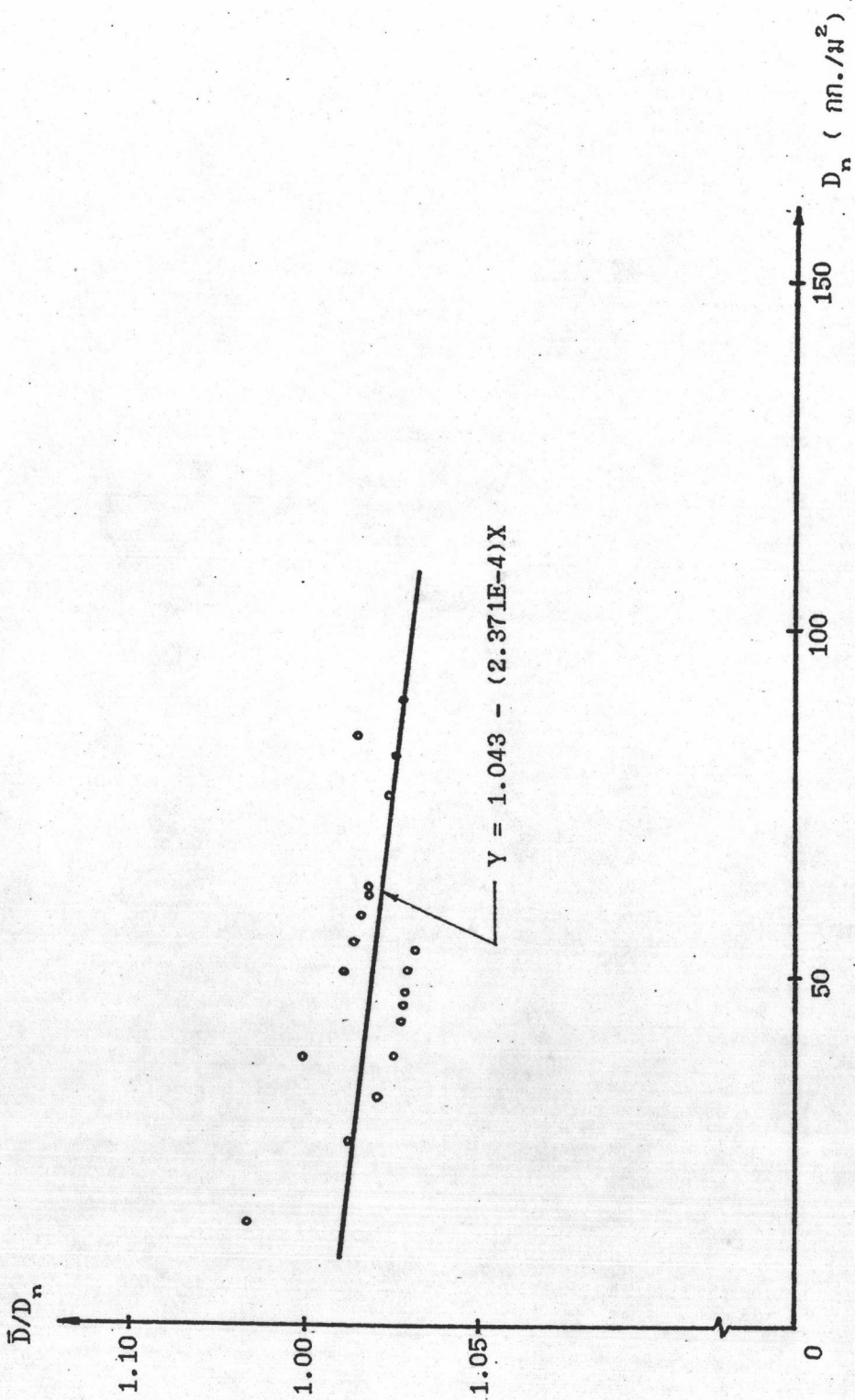
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ของพัฒนาการควบคุมประเภทที่ 2



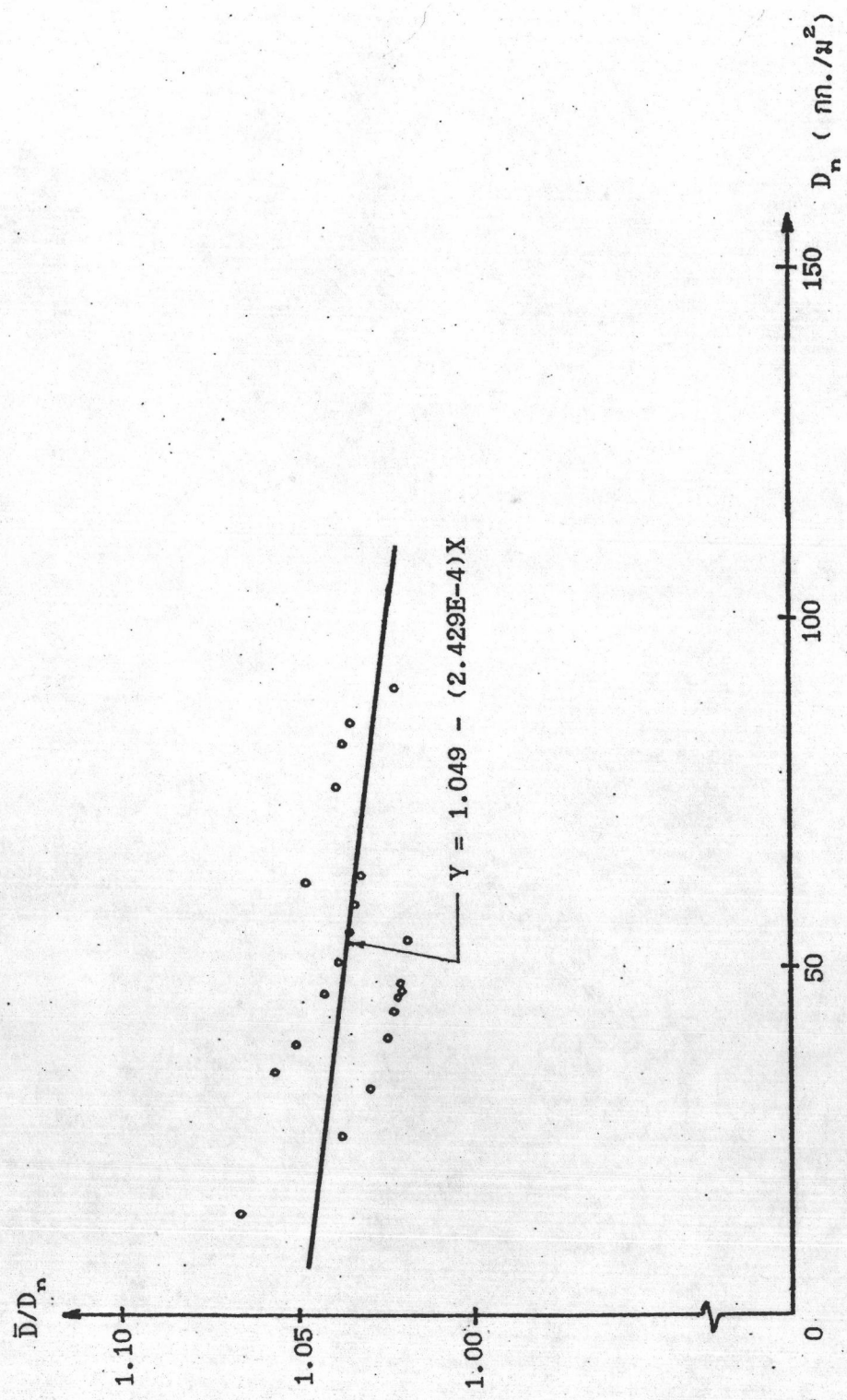
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ของคานที่มีภาวคานคดประเภทที่ 1



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ของสถานที่ที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

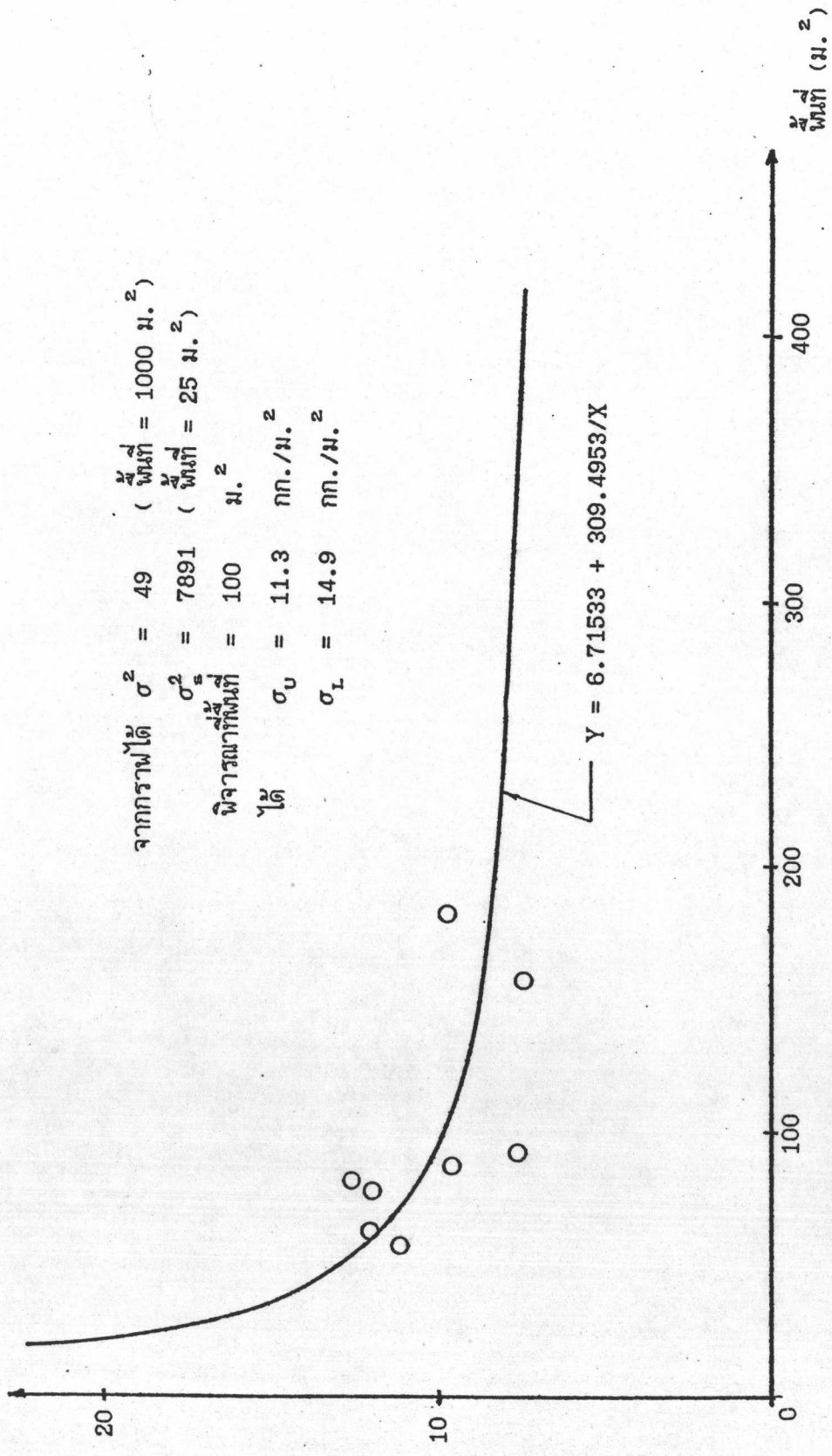


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ของเส้นที่มีการควบคุมประเภทที่ 1

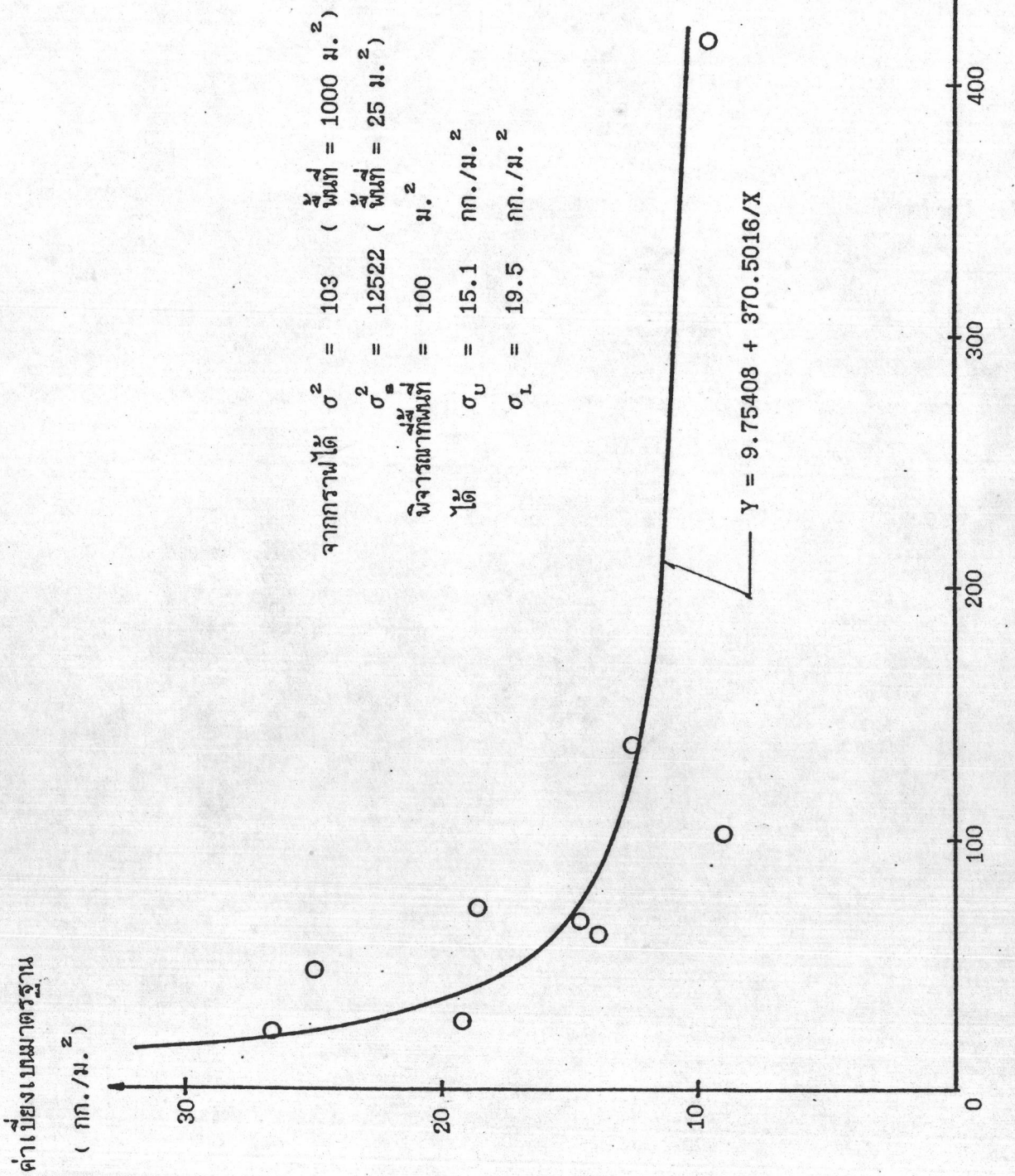


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ของเสาที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(กก./ม.²)

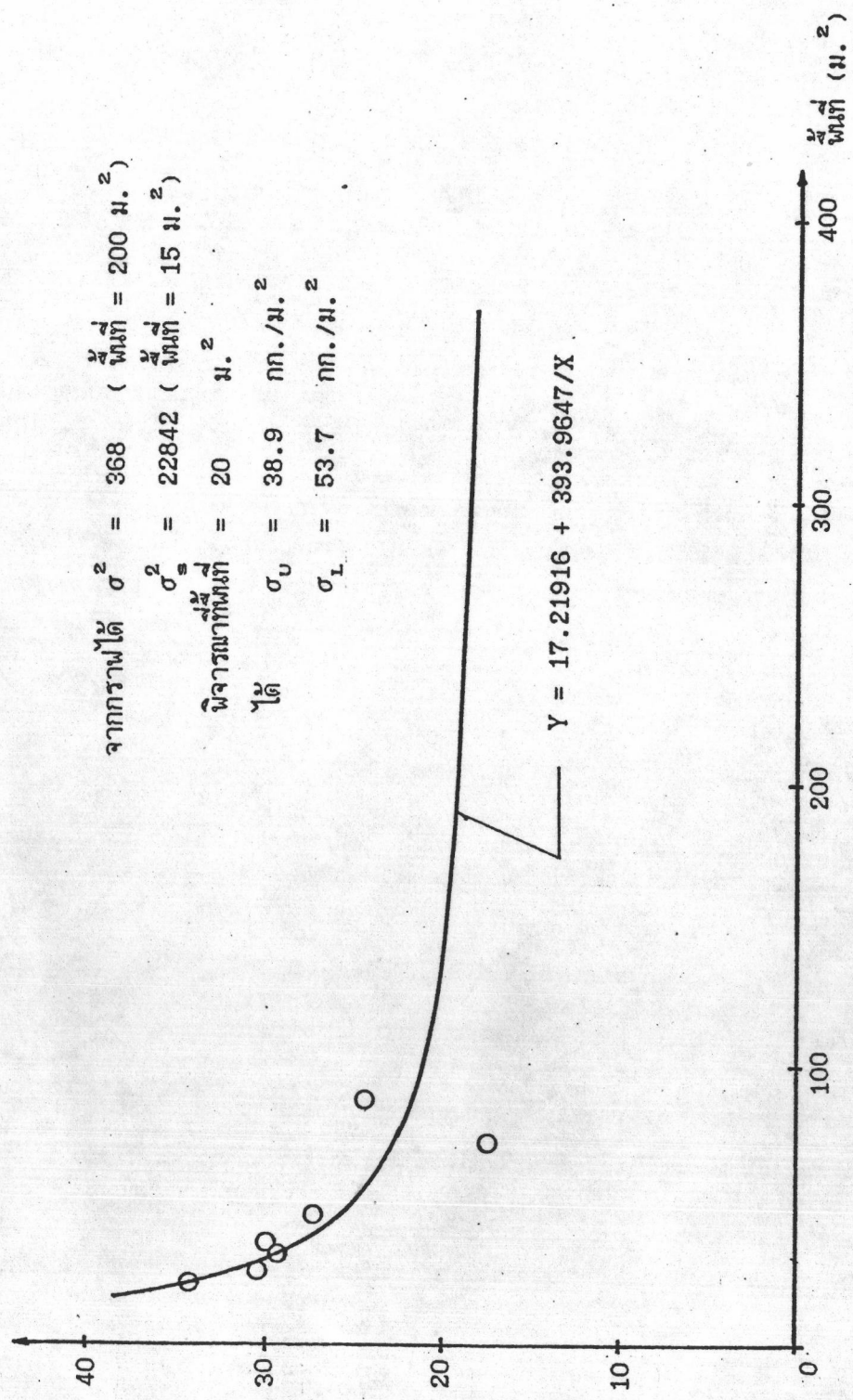


รูปที่ 4.7 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ของอาคารมหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับพื้นที่ของอาคารสถานีขนส่ง

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(กก./ม.²)

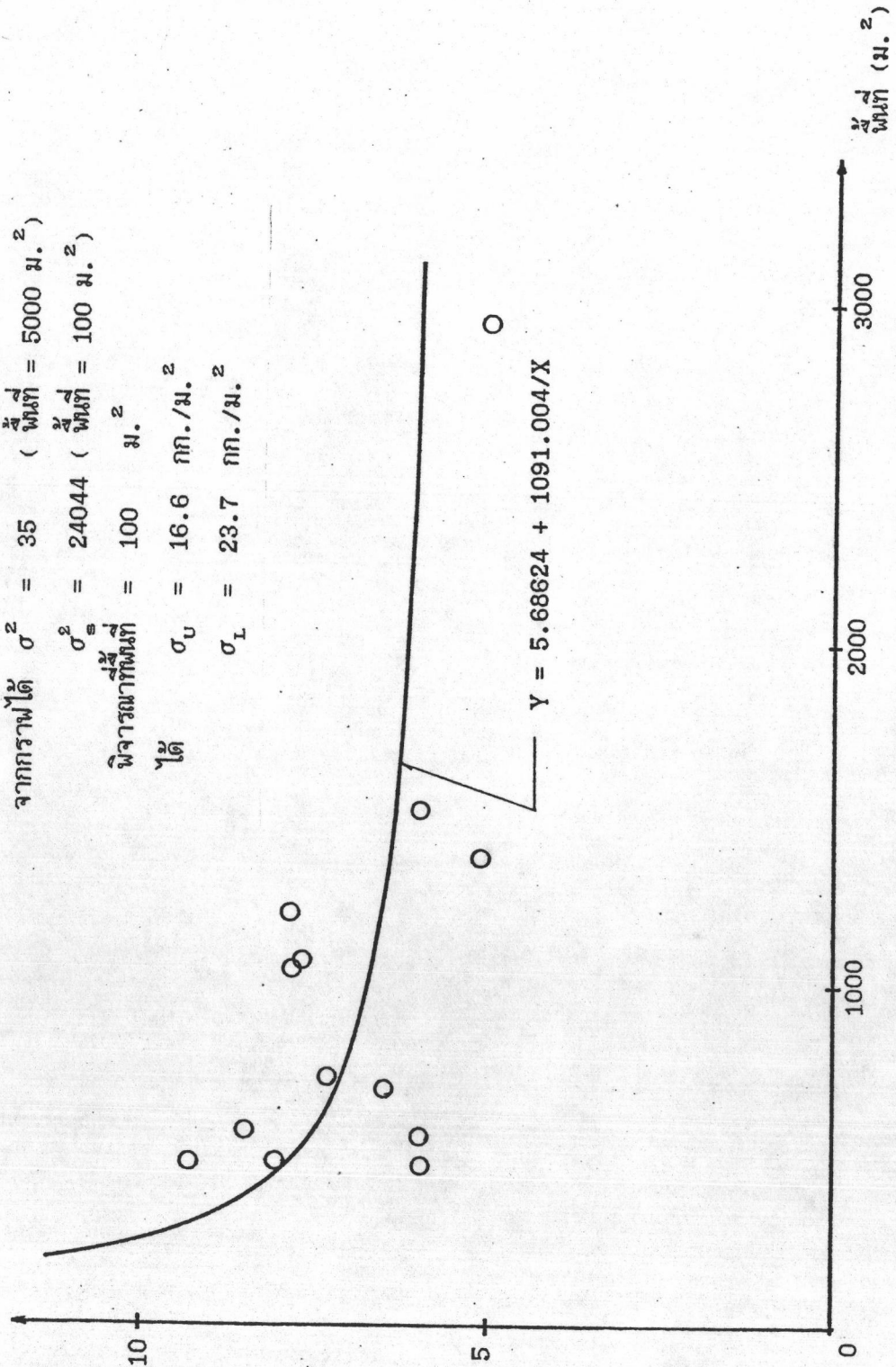


รูปที่ 4.9 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับพื้นที่ของอาคารสำนักงาน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

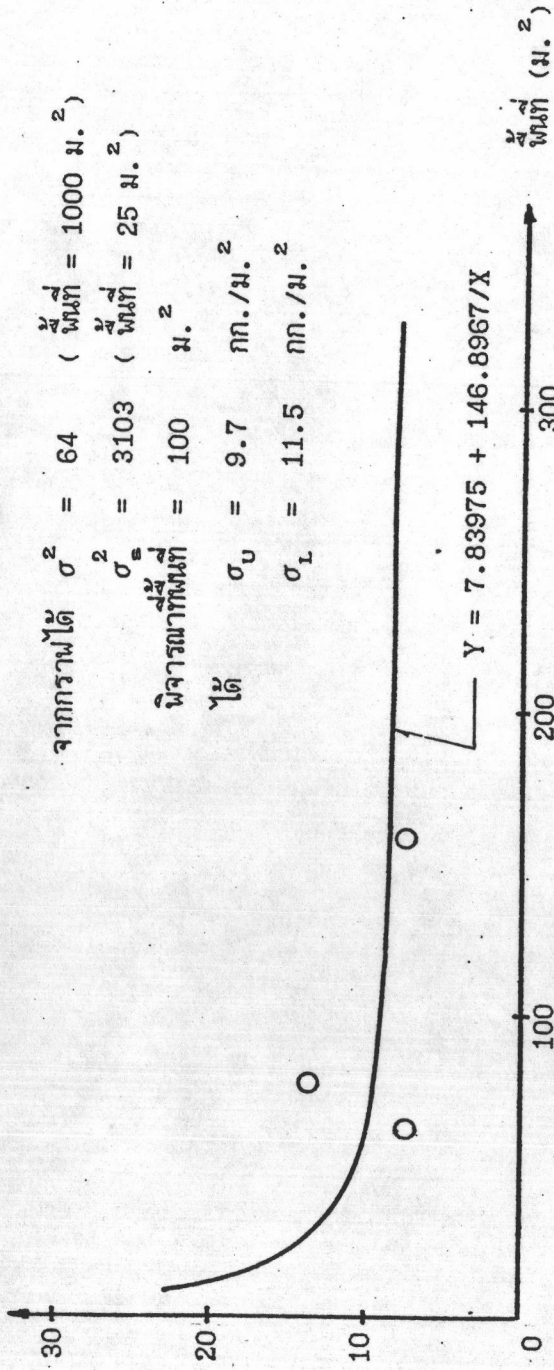
(กก./ม.²)

จากกราฟได้ $\sigma^2 = 35$ (พืช = 5000 ม.²)
 $\sigma_s^2 = 24044$ (พืช = 100 ม.²)
 พิจารณาที่พื้นที่ = 100 ม.²
 ได้ $\sigma_U = 16.6$ กก./ม.²
 $\sigma_L = 23.7$ กก./ม.²

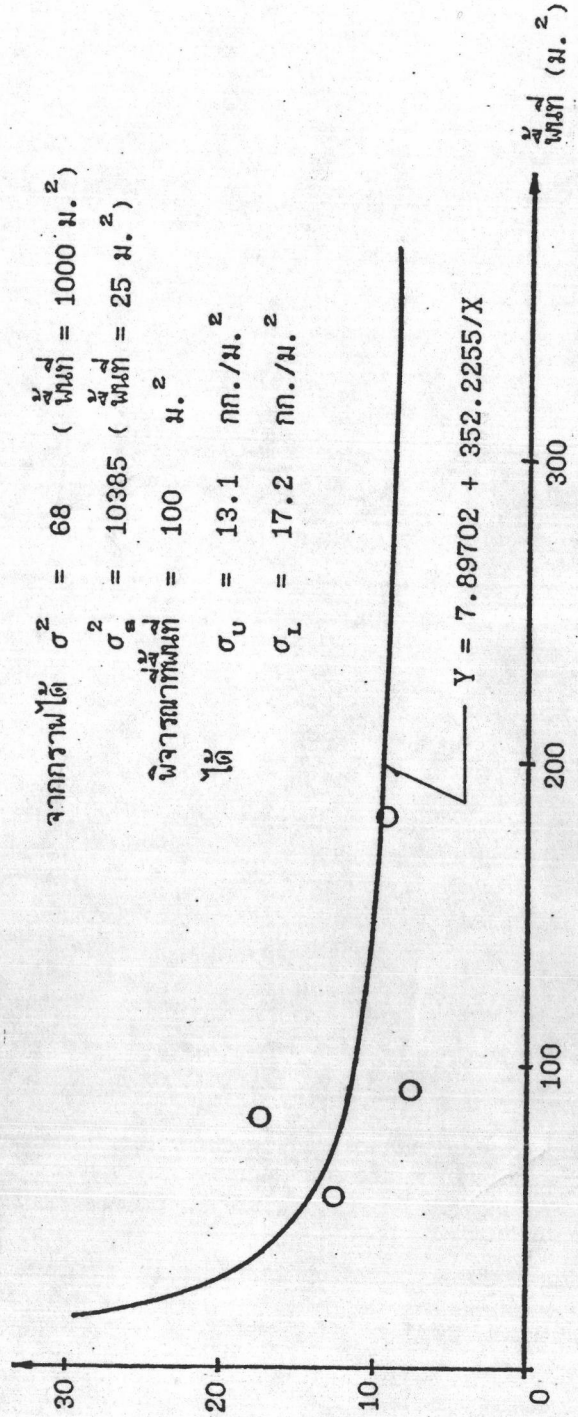


รูปที่ 4.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักปริมาณต่อหน่วยพื้นที่กับพื้นที่ของอาคารที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า

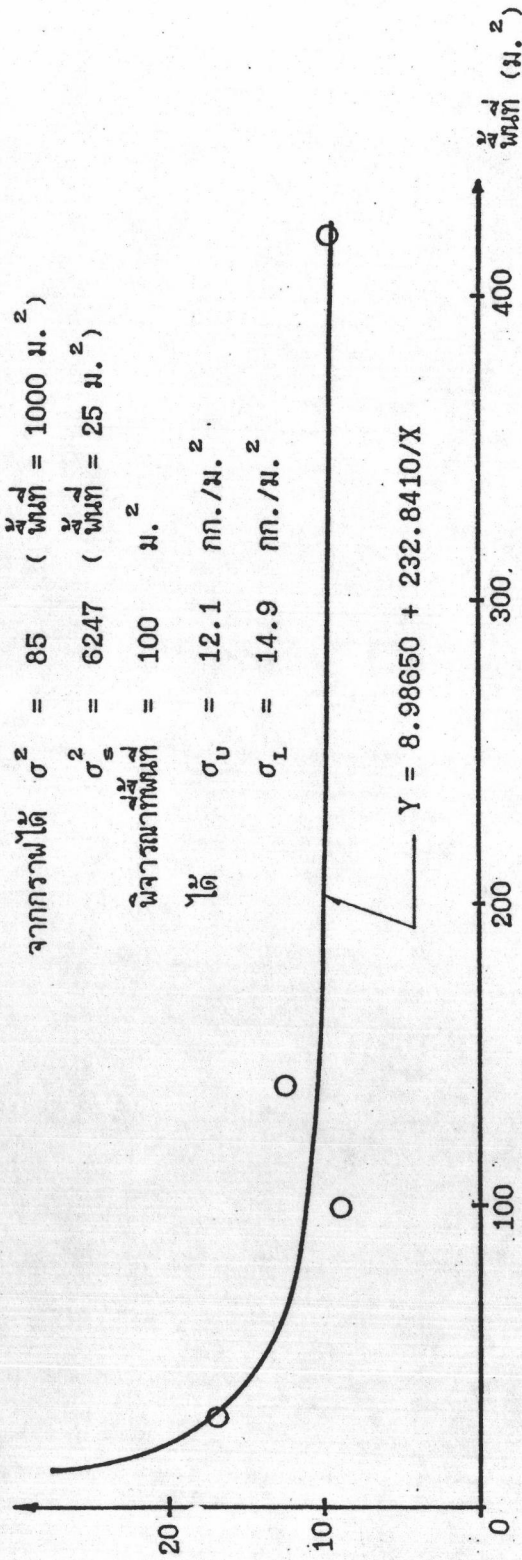
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ม.²)



ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ม.²)

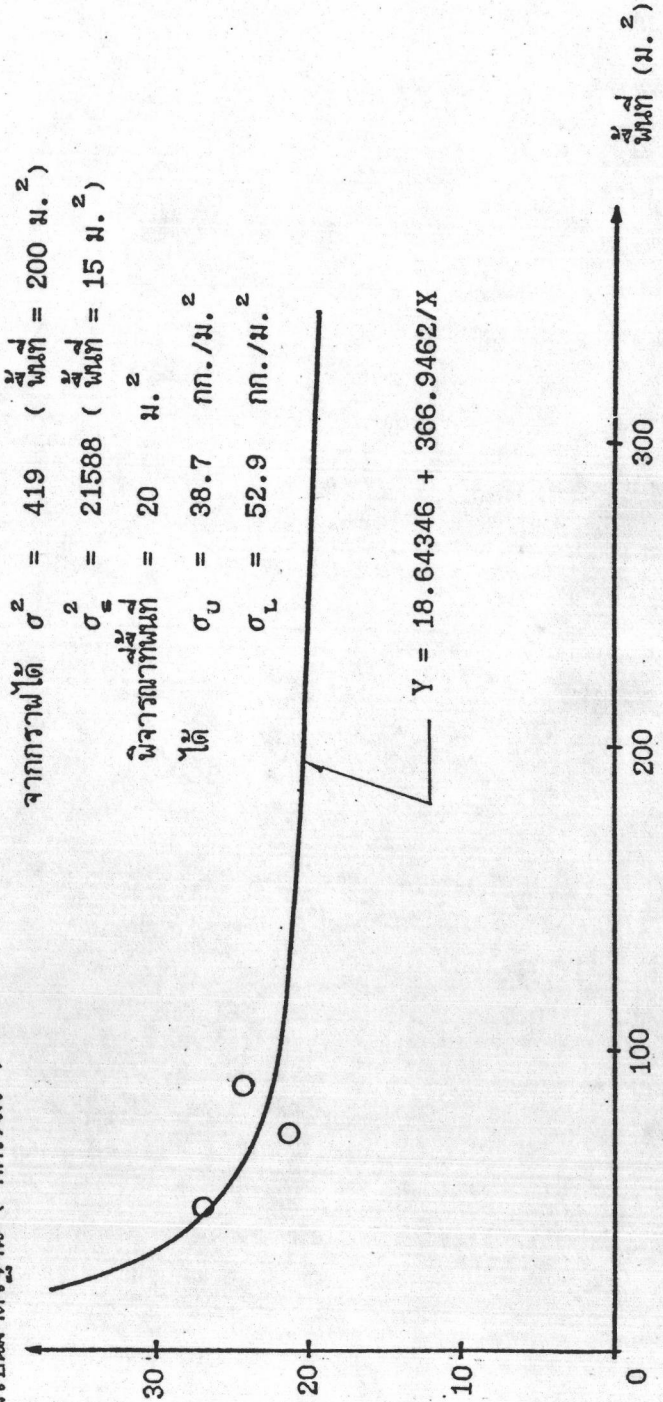


ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ม.²)

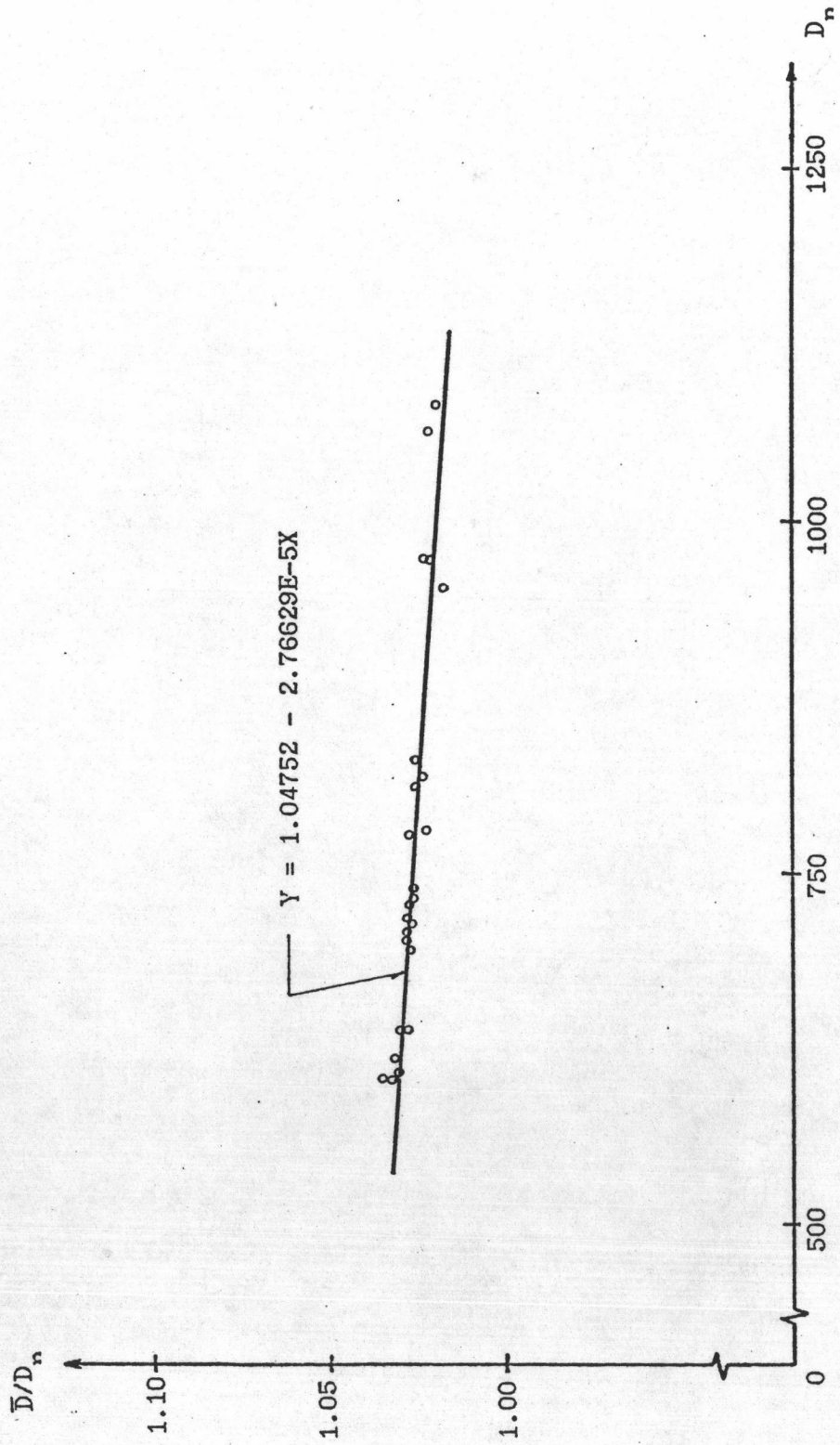


รูปที่ 4.13 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับพื้นที่ของอาคารสถานที่ซึ่งไม่รวมขนส่งสายเพื่อ

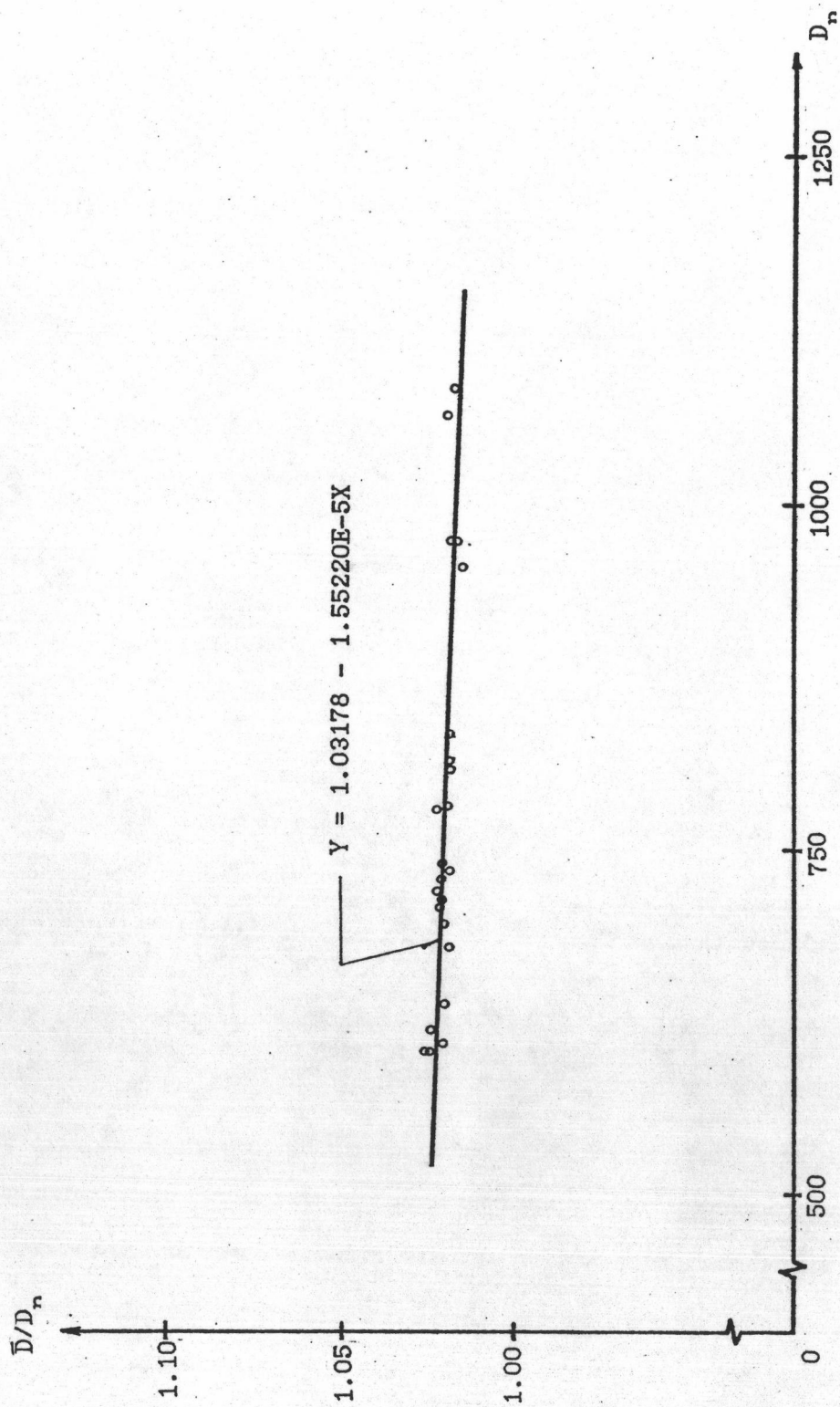
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ม.²)



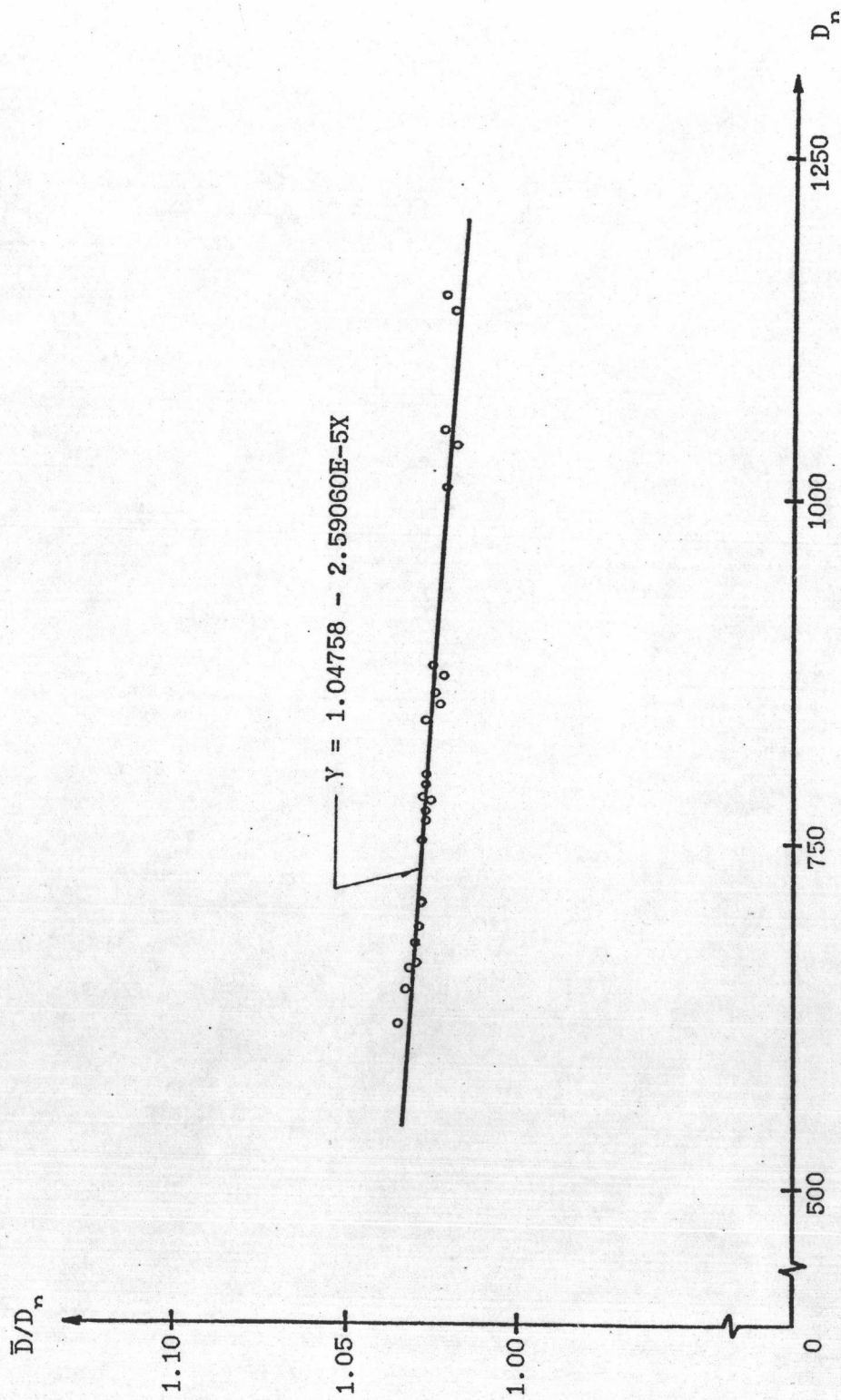
รูปที่ 4.14 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับพื้นที่ของอาคารสำนักงานฝ่ายการเงิน



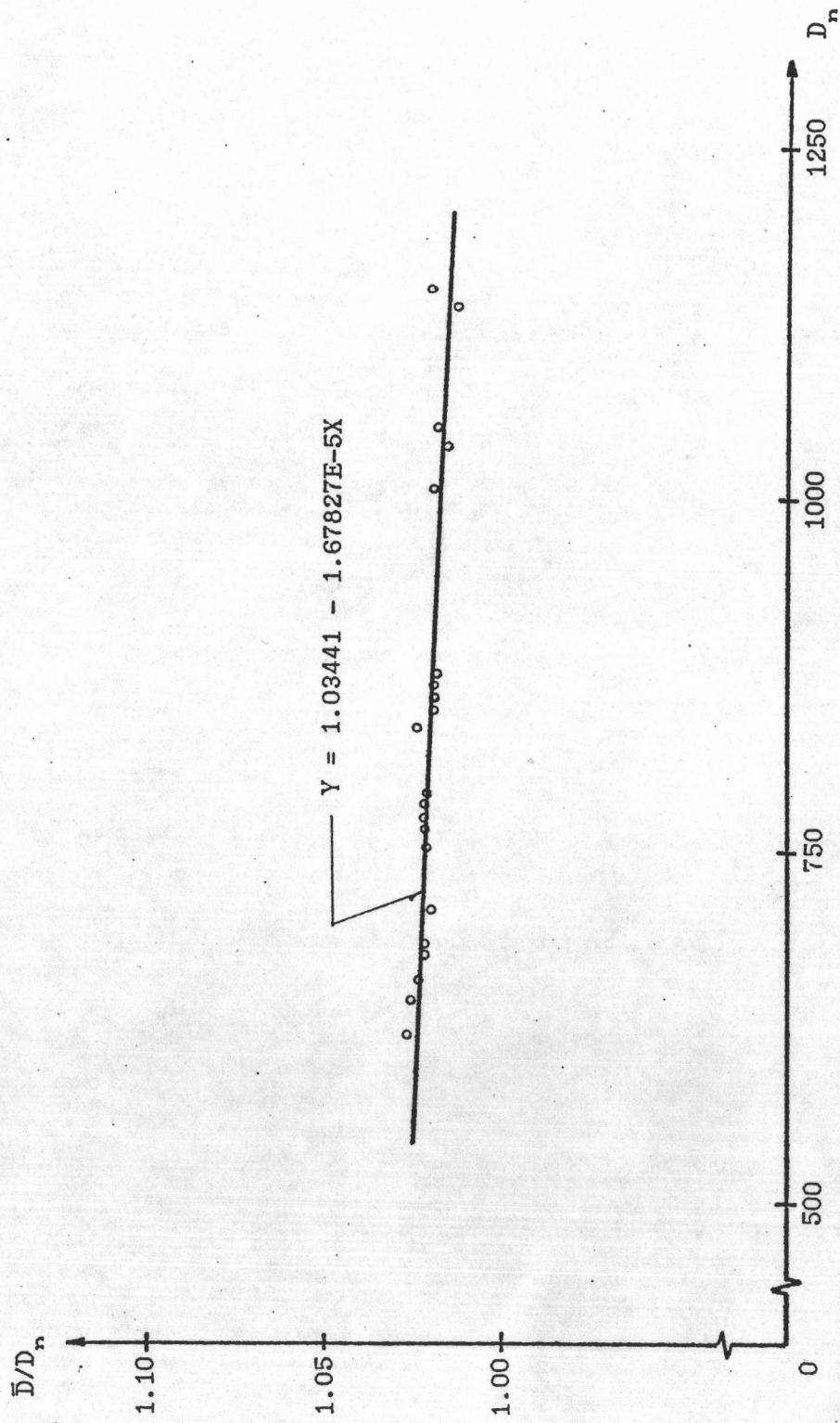
รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ที่กระทำต่อคานและมีการควบคุมประเภที่ 1



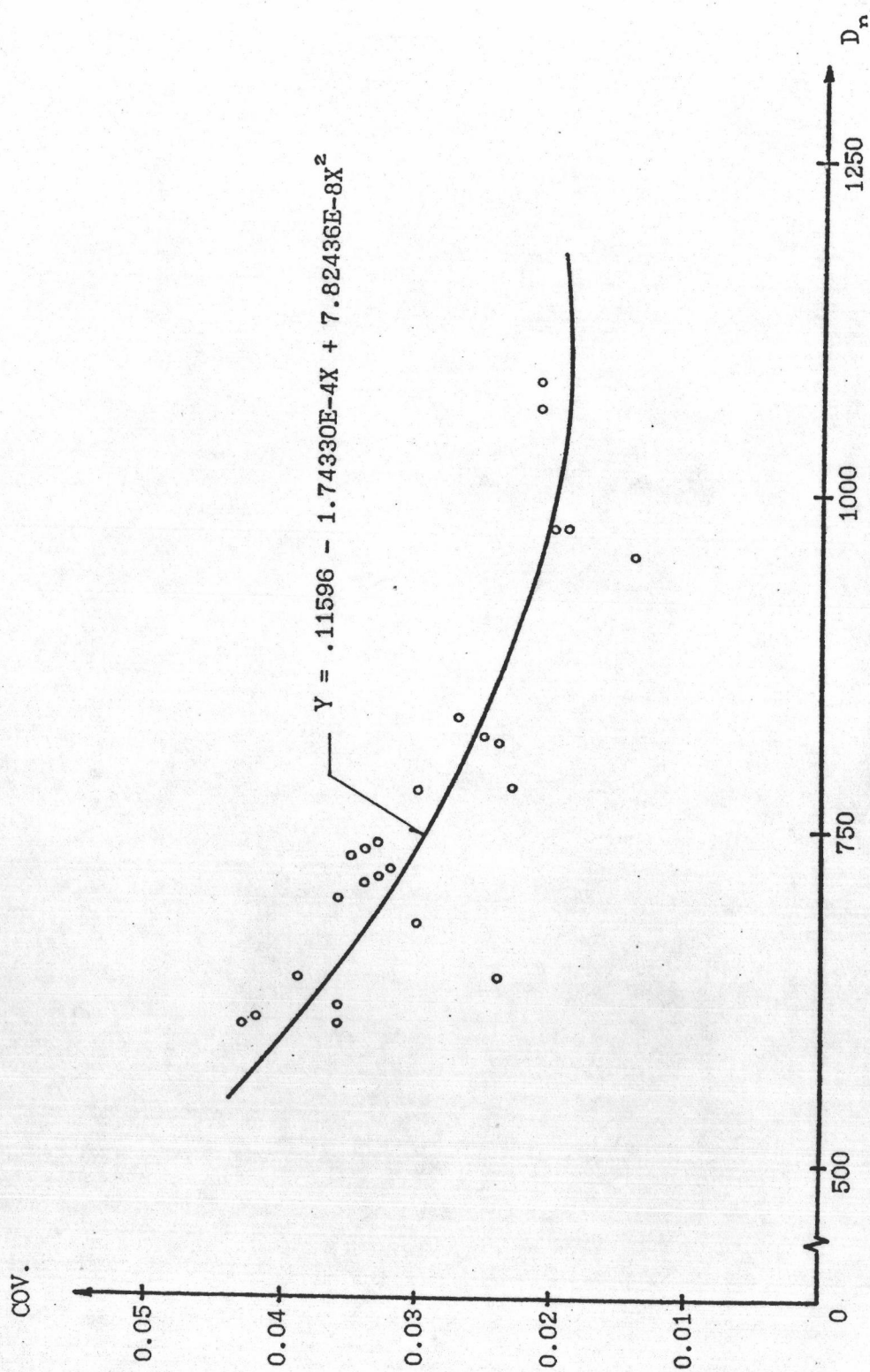
รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ที่กระทำต่อความเค้นและการควบคุมประเภทที่ 2



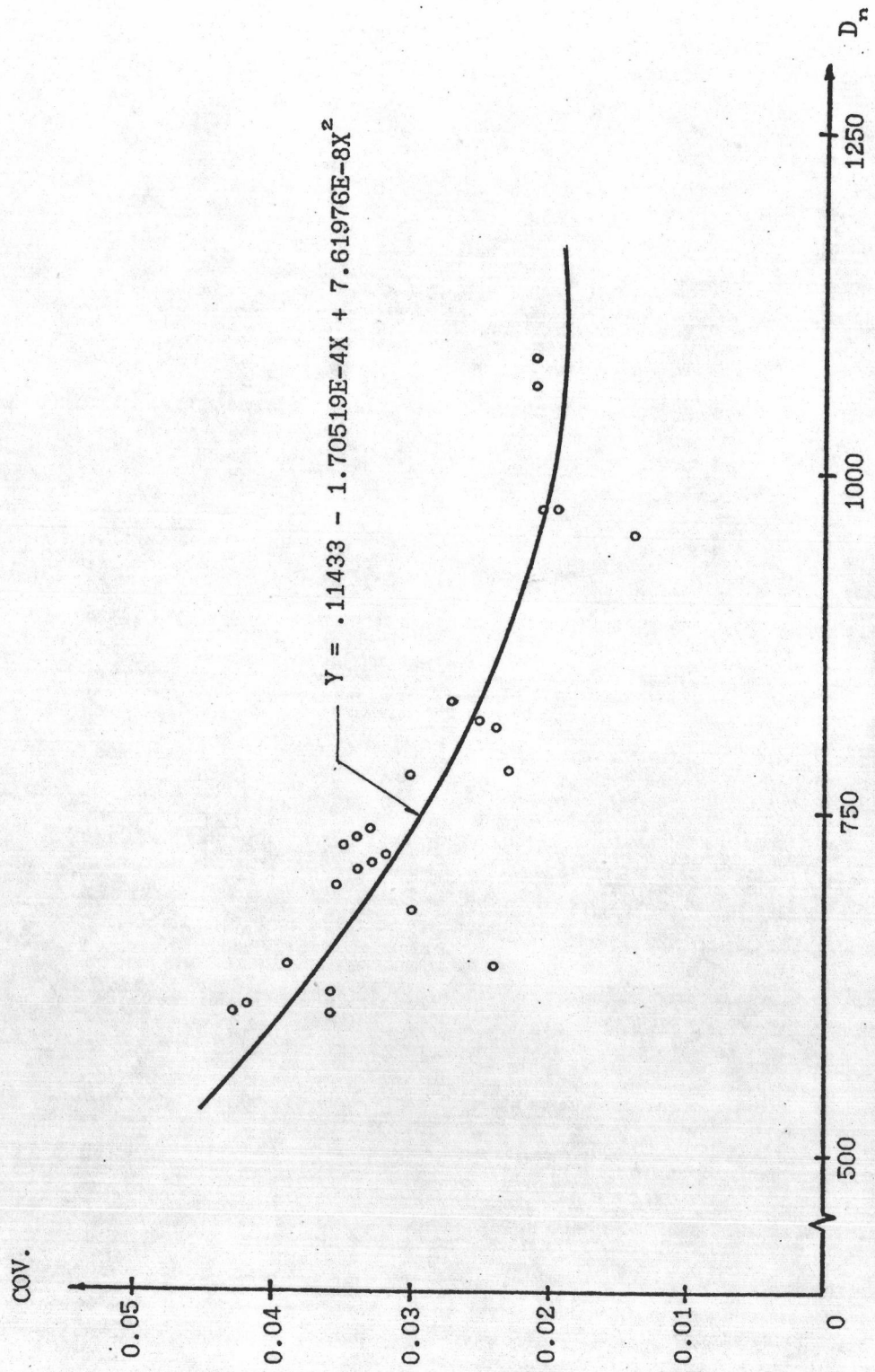
รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}/D_n กับ D_n ที่กระทำต่อเสาและมีการควบคุมประเภทที่ 1



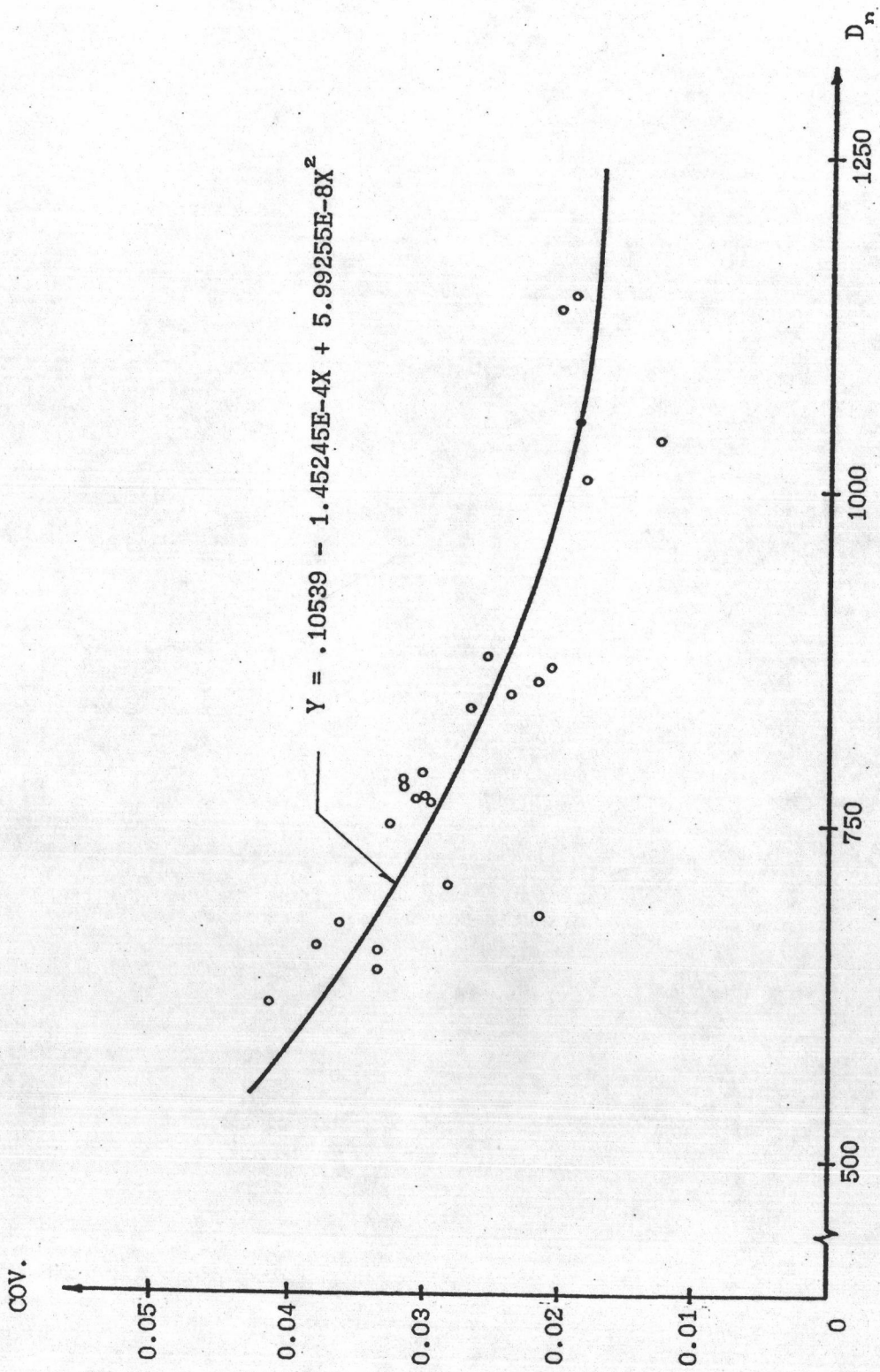
รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{D}_n กับ D_n ที่กระทำต่อเสาและมีการควบคุมประเภทที่ 2



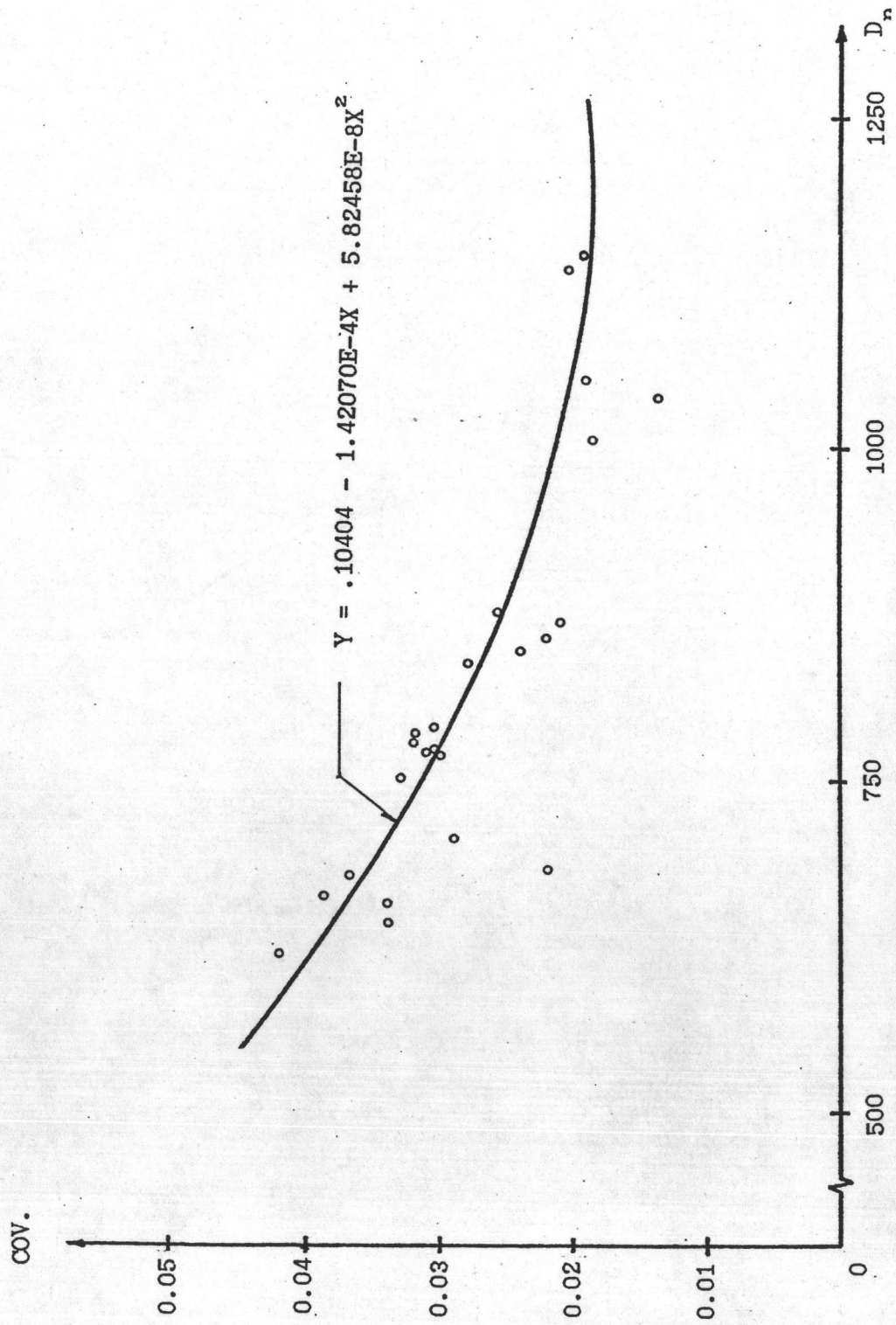
รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง COV. กับ D_n ที่กระทำต่อความถี่การควบคุมประเภทที่ 1



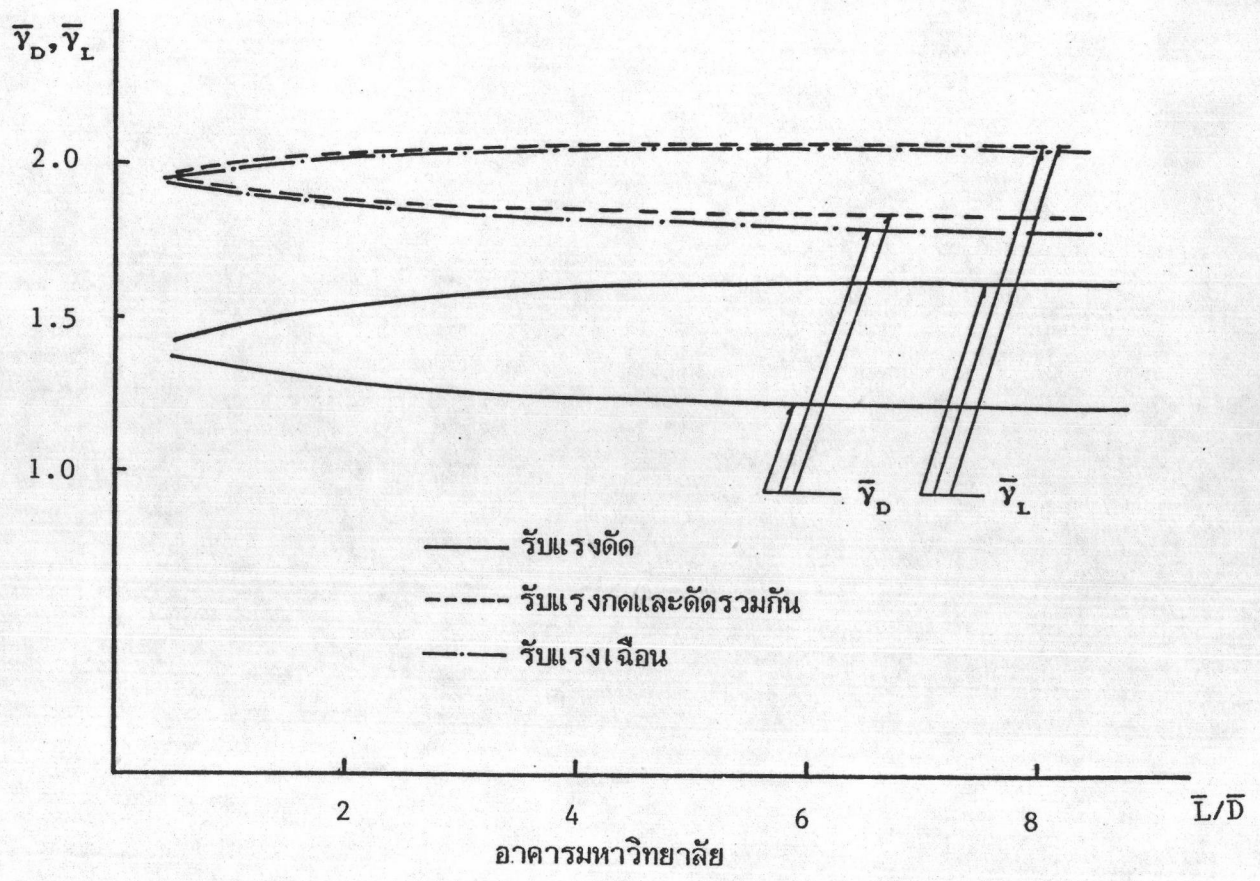
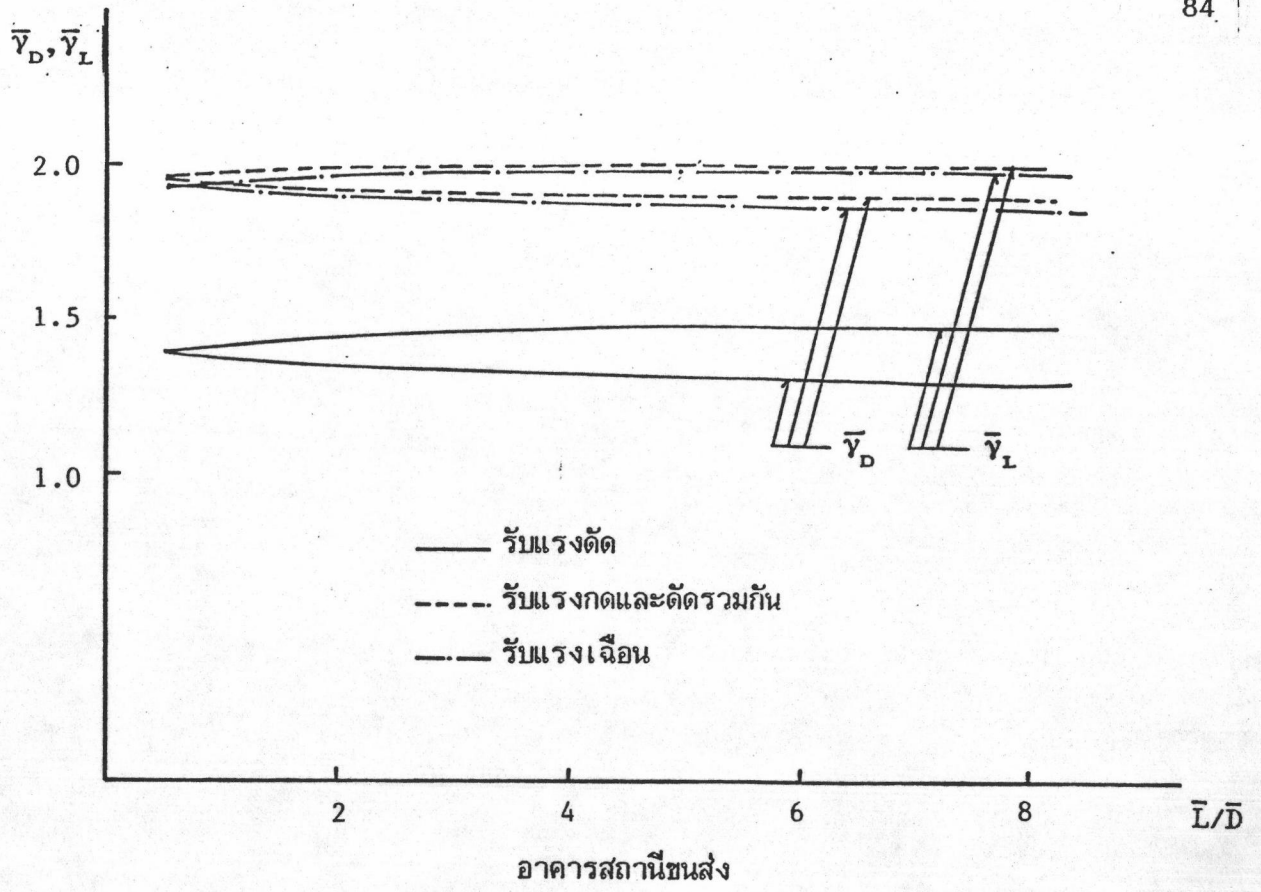
รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง COV. กับ D_n ที่กระทำต่อค่าแอมพลิจูดการควบคุมประเภทที่ 2



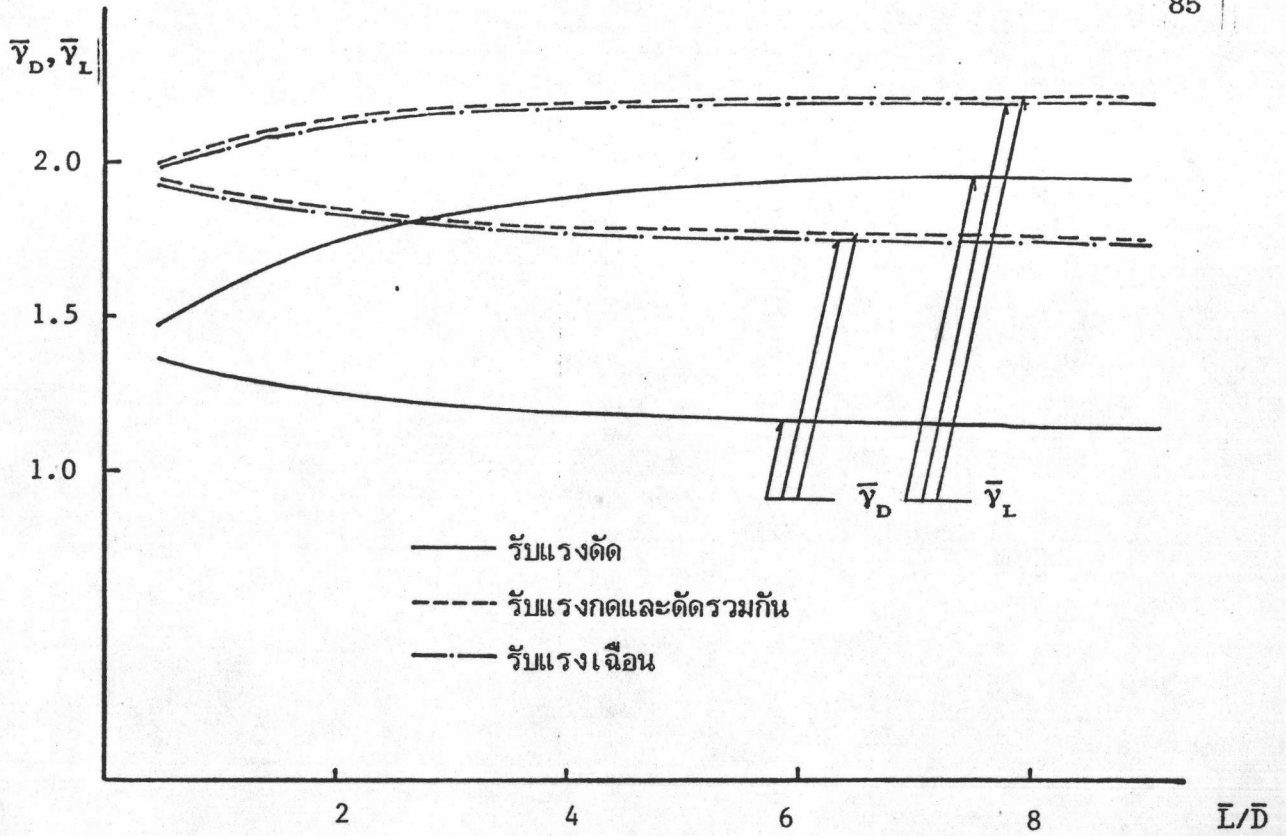
รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง COV. กับ D_n ที่กระทำต่อเสาและมีการควบคุมประเภทที่ 1



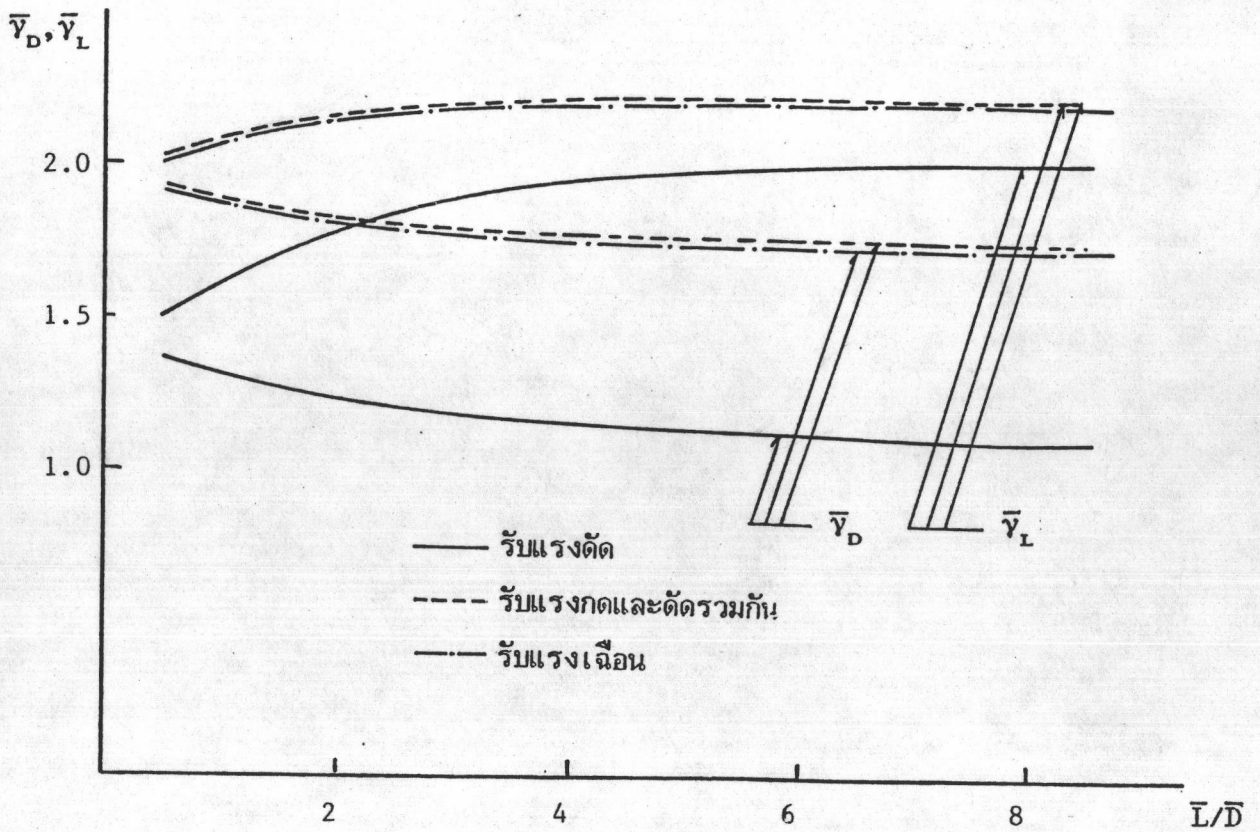
รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง COV. กับ D_n ที่กระทำต่อเสาและมีการควบคุมประเภทที่ 2



รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักรทุกกับ L/D



อาคารที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า



อาคารสำนักงาน

รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักรรทุกกับ L/D (ต่อ)

ตาราง

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารสำนักงาน

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
10 - 15	87.4	1	87.4	-
15 - 20	151.3, 201.6	2	176.5	35.57
20 - 25	143.2, 211.7, 174.5	3	176.5	34.29
25 - 30	56.2, 59.2, 110.5	3	75.3	30.52
30 - 35	90.4, 42.9, 96.8	3	76.7	29.45
35 - 40	130.6, 146.7, 79.4, 92.6, 78.4, 69.4, 78.4	7	96.5	29.94
45 - 50	119.4, 66.6, 136.4, 89.8, 82.6, 130.0, 81.4	7	100.9	27.28
50 - 55	139.7	1	139.7	-
55 - 60	82.8, 82.6	2	82.7	0.14
60 - 65	47.1, 58.1	2	52.6	7.78
70 - 75	116.8, 118.6, 89.4, 90.9, 127.6	5	108.7	17.39
75 - 80	113.2	1	113.2	-
80 - 85	151.9, 106.0	2	129.0	32.46
85 - 90	96.7, 96.2, 138.7	3	110.5	24.39
105-110	85.8, 53.3	2	69.6	22.98
110-115	127.9	1	127.9	-
125-130	136.8	1	136.8	-
185-190	67.4	1	67.4	-
260-265	70.1	1	70.1	-

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารสำนักงานประเภทการเงิน

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
10 - 15	87.4	1	87.4	-
20 - 25	174.5	1	174.5	-
30 - 35	96.8	1	96.8	-
35 - 40	130.6, 146.7	2	138.7	11.38
45 - 50	136.4, 89.8, 82.6, 130.0, 81.4	5	104.0	26.90
55 - 60	82.8, 82.6	2	82.7	0.14
70 - 75	89.4, 90.9, 127.6	3	102.6	21.63
80 - 85	151.9, 106.0	2	129.0	32.46
85 - 90	96.7, 96.2, 138.7	3	110.5	24.39
105-110	85.8, 53.3	2	69.6	22.98
110-115	127.9	1	127.9	-
125-130	136.8	1	136.8	-
185-190	67.4	1	67.4	-
260-265	70.1	1	70.1	-

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารสถานีขนส่ง

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
15 - 20	120.6	1	120.6	-
20 - 25	83.8, 121.6, 135.2	3	113.5	26.63
25 - 30	62.1, 42.2, 26.6, 68.8	4	49.9	19.22
30 - 35	34.0, 34.0	2	34.0	-
35 - 40	50.1, 44.8	2	47.5	3.75
40 - 45	93.6	1	93.6	-
45 - 50	29.0, 40.5, 63.5, 23.4, 73.4, 41.6, 25.0, 24.1, 47.7, 78.5, 66.7, 29.7, 122.3, 75.5, 57.2, 46.8, 27.3, 52.0, 42.7, 41.9, 47.9, 72.6, 60.2, 111.8, 70.1, 66.7, 84.8, 42.2	28	55.9	24.97
60 - 65	69.1, 47.1, 58.4, 52.5, 55.3, 64.3, 56.4, 32.5, 36.5, 27.5, 33.8	11	48.5	13.98
65 - 70	68.7, 74.6, 88.8, 53.5	4	71.4	14.61
70 - 75	99.6, 80.3, 117.6	3	99.2	18.65
75 - 80	73.2	1	73.2	-
100-105	6.2, 9.3, 14.0, 22.1, 21.6, 31.4, 28.3, 25.0	8	19.7	9.03
110-115	78.3	1	78.3	-
135-140	65.6, 60.0, 72.6, 59.0, 58.0, 59.6, 74.0, 86.0, 42.0, 50.0	10	62.7	12.56
145-150	66.9, 58.3	2	62.6	6.08

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่เทียบกับขนาดของพื้นที่ของอาคารสถานีขนส่ง (ต่อ)

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
185-190	23.1	1	23.1	-
215-220	66.5	1	66.5	-
225-230	60.3	1	60.3	-
250-255	11.4	1	11.4	-
415-420	13.3, 29.9, 30.1	3	24.4	9.64
445-450	54.5	1	54.5	-
580-585	30.9	1	30.9	-

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารสถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่งสายเหนือ

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
15 - 25	120.6, 83.8	2	102.2	26.02
25 - 35	62.1, 42.2, 26.6, 68.8, 34.0, 34.0	6	44.6	17.01
35 - 45	50.1, 44.8	2	47.5	3.75
65 - 75	88.8, 53.5	2	71.2	24.96
95 - 105	6.2, 9.3, 14.0, 22.1, 21.6, 31.4, 28.3, 25.0	8	19.7	9.03
135-145	65.6, 60.0, 72.6, 59.0, 58.0, 59.6, 74.0, 86.0, 42.0, 50.0	10	62.7	12.56
215-225	66.5	1	66.5	-
225-235	60.3	1	60.3	-
255-265	11.4	1	11.4	-
415-425	13.3, 29.9, 30.1	3	24.4	9.64
445-455	54.5	1	54.5	-
575-585	30.9	1	30.9	-

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารมหาวิทยาลัย

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
15 - 20	94.3	1	94.3	-
45 - 50	24.1	1	24.1	-
50 - 55	68.3, 56.3	2	62.3	8.49
55 - 60	59.9, 63.2, 37.9, 54.4	4	53.9	11.24
60 - 65	50.9, 81.3, 76.0, 66.7, 76.0	5	70.2	11.99
70 - 75	47.0, 27.1	2	37.1	14.07
75 - 80	65.6, 54.9, 55.0, 33.6, 69.1, 21.5, 59.8, 58.1, 58.1, 58.1, 57.8, 59.6, 57.8, 58.2, 49.4	15	54.4	12.00
80 - 85	33.6, 64.0, 64.0, 53.8, 48.2	5	52.7	12.67
85 - 90	48.6, 65.1, 65.5	3	59.7	9.64
90 - 95	49.4, 49.9, 36.4	3	45.2	7.65
95 -100	42.2, 58.8	2	50.5	11.73
100-105	55.1	1	55.1	-
110-115	38.6	1	38.6	-
115-120	55.0, 38.7	2	46.9	11.53
120-125	21.4	1	21.4	-
130-135	31.2	1	31.2	-
140-145	68.5	1	68.5	-
145-150	94.5	1	94.5	-
150-155	41.5, 57.9	2	49.7	11.60
155-160	34.7, 23.9, 38.2	3	32.3	7.45

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารมหาวิทยาลัย (ต่อ)

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
160-165	80.6	1	80.6	-
175-180	51.0	1	51.0	-
180-185	34.7, 48.7, 57.9, 43.8	4	46.3	9.68
185-190	15.1, 34.5	2	24.8	13.72
195-200	26.7	1	26.7	-
200-205	84.7, 75.7	2	80.2	6.36
205-210	43.3	1	43.3	-
210-215	46.3, 39.2	2	42.8	5.02
220-225	46.4, 48.2	2	47.3	1.27
255-260	48.3	1	48.3	-
305-310	74.8, 74.8	2	74.8	-
415-420	83.3	1	83.3	-
425-430	68.0	1	68.0	-
535-540	73.9	1	73.9	-

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารมหาวิทยาลัย
ฝ่ายศิลป์

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
15 - 20	94.3	1	94.3	-
45 - 50	24.1	1	24.1	-
50 - 55	68.3, 56.3	2	62.3	8.49
55 - 60	63.2, 37.9, 54.4	3	51.8	12.84
60 - 65	50.9	1	50.9	-
70 - 75	47.0, 27.1	2	37.1	14.07
80 - 85	33.6, 64.0, 64.0	3	53.9	17.55
85 - 90	65.1, 65.5	2	65.3	0.28
90 - 95	49.4, 49.9, 36.4	3	45.2	7.65
95-100	42.2, 58.8	2	50.5	11.74
100-105	55.1	1	55.1	-
115-120	55.0, 38.7	2	46.9	11.52
120-125	21.4	1	21.4	-
130-135	31.2	1	31.2	-
145-150	94.5	1	94.5	-
180-185	34.7, 48.7, 57.9, 43.8	4	46.3	9.68
200-205	84.7, 75.7	2	80.2	6.36
210-215	46.3, 39.2	2	42.8	5.02
425-430	68.0	1	68.0	-

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ของอาคารมหาวิทยาลัย
ฝ่ายวิทย์

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
55 - 60	59.9	1	59.9	-
60 - 65	81.3, 76.0, 66.7	3	74.7	7.39
75 - 80	65.6, 54.9, 55.0, 33.6, 69.1	5	55.6	13.85
80 - 85	53.8, 48.2	2	51.0	3.96
85 - 90	48.6	1	48.6	-
110-115	38.6	1	38.6	-
140-145	68.5	1	68.5	-
150-155	41.5, 57.9	2	49.7	11.60
155-160	34.7, 23.9, 38.2	3	32.3	7.45
160-165	80.6	1	80.6	-
175-180	51.0	1	51.0	-
185-190	15.1, 34.5	2	24.8	13.72
195-200	26.7	1	26.7	-
205-210	43.3	1	43.3	-
220-225	46.4, 48.2	2	47.3	1.27
255-260	48.3	1	48.3	-
305-310	74.8, 74.8	2	74.8	-
415-420	83.3	1	83.3	-
535-540	73.9	1	73.9	-

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่เทียบกับขนาดของพื้นที่ของอาคารที่จอดรถ

พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ (กก./ม. ²)	จำนวน ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยง เบน
445-450	45.3, 43.2	2	44.3	1.48
465-470	52.7, 44.3	2	48.5	5.94
470-475	66.6, 66.6, 61.5, 58.8, 55.2, 52.0	6	60.1	5.98
475-480	59.4, 54.4, 41.3	3	51.7	9.35
480-485	82.9, 82.9, 77.9, 77.9, 69.9, 69.9, 69.9, 69.9, 69.9, 66.8, 66.8, 58.8, 58.8, 58.8	14	70.1	8.11
500-505	64.4, 47.1	2	55.8	12.23
550-555	66.8, 66.8, 64.1, 57.1, 54.3, 54.3	6	60.6	6.01
585-590	78.3, 71.7, 65.1, 58.5	4	68.4	8.52
590-595	78.0, 71.5, 64.9, 58.3	4	68.2	8.48
695-700	66.3, 66.3, 60.7, 60.7, 55.1, 49.5	6	59.8	6.55
730-735	74.3, 69.0, 63.7, 58.4, 58.4, 55.1	6	63.2	7.33
1050-1055	86.1, 82.4, 75.0, 68.4	4	78.0	7.87
1070-1075	86.5, 82.0, 77.0, 68.4	4	78.5	7.76
1205-1210	77.6, 76.4	2	77.0	0.85
1215-1220	80.7, 75.0, 68.1, 65.6, 84.6, 82.6	6	76.1	7.89
1375-1380	55.4, 50.4, 46.4, 43.6	4	49.0	5.13
1510-1515	62.4, 57.8, 52.3, 48.7	4	55.3	6.03
1840-1845	75.4	1	75.4	-
2940-2945	90.2, 83.6, 85.2, 78.4, 81.0, 76.7, 76.5, 76.5, 73.2, 76.0, 72.7, 75.5, 75.5, 72.1, 74.2, 74.2	16	77.6	5.01

ตารางที่ 4.9 พารามิเตอร์พื้นฐานสำหรับน้ำหนักบรรทุกจร [5]

Occupancy	A_1 (ft ²)	T years	E(τ) years	(m_R, σ_R)	(m_w, σ_w) (lb.)	v_e
Offices	200	50	8	(4, 2)	(150, 25)	1
Residential:						
Renter occupied	200	50	2	(3, 2)	(150, 25)	1
Owner occupied	200	50	10	(3, 2)	(150, 25)	1
Hotels:						
Guest rooms	200	50	5	(3, 1)	(150, 25)	20
Retail stores:						
First floors	1000	50	2	(6, 3)	(150, 25)	4
Upper floors	1000	50	2	(4, 2)	(150, 25)	4
Schools:						
Classrooms	1000	100	1	(4, 2)	(150, 25)	1
Warehouses	1000	25	0.5	-	-	-

ตารางที่ 4.10 พารามิเตอร์พื้นฐานสำหรับน้ำหนักบรรทุกจรที่ใช้ในการคำนวณ

ชนิดของอาคาร	A_1 (ม. ²)	T (ปี)	E(τ) (ปี)	(m_R, σ_R)	(m_w, σ_w) (ปอนด์)	v_e (ต่อปี)
สำนักงาน	20	50	8	(4, 2)	(150, 25)	1
สถานีขนส่ง	100	100	1	(6, 3)	(150, 25)	50
มหาวิทยาลัย	100	100	1	(4, 2)	(150, 25)	1
ที่จอดรถห้างสรรพสินค้า	100	50	20	(3, 1)	(150, 25)	1

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลน้ำหนักบรรทุกจรรยา

ชนิดของอาคาร	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย (กก./ม. ²)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ม. ²)
สำนักงาน	48	104.27	38.13
สำนักงานประเภทการเงิน	26	106.17	30.40
สถานีขนส่ง	90	55.34	27.53
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	38	47.13	25.63
มหาวิทยาลัย	78	53.57	17.26
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	35	52.78	18.03
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	32	53.65	18.07
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	96	66.77	11.66

ตารางที่ 5.2 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลน้ำหนักรบรรทุกจรรยา

ชนิดของอาคาร	ลักษณะการกระจาย
สำนักงาน	แกมม่า
สำนักงานประเภทการเงิน	แกมม่า
สถานีขนส่ง	แกมม่า
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	แกมม่า
มหาวิทยาลัย	แกมม่า
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	แกมม่า
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	แกมม่า
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	แกมม่า

ตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกจรถาวรต่อหน่วยพื้นที่แบบสมมูลย์ (EUDL)

ชนิดของอาคาร	m_L (กก./ม. ²)	σ_U (กก./ม. ²)	σ_L (กก./ม. ²)
สำนักงาน	104.27	38.9	53.7
สำนักงานประเภทการเงิน	106.17	38.7	52.9
สถานีขนส่ง	55.34	15.1	19.5
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	47.13	12.1	14.9
มหาวิทยาลัย	53.57	11.3	14.9
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	52.78	13.1	17.2
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	53.65	9.7	11.5
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	66.77	16.6	23.7

ตารางที่ 5.4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกจรเพิ่มชั่วคราวต่อหน่วยพื้นที่แบบสมมูลย์ (EUDL)

ชนิดของอาคาร	m_e (กก./ม. ²)	σ_e (กก./ม. ²)
สำนักงาน	42.1	39.8
สำนักงานประเภทการเงิน	42.1	39.8
สถานีขนส่ง	49.4	23.6
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	49.4	23.6
มหาวิทยาลัย	33.0	15.8
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	33.0	15.8
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	33.0	15.8
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	24.5	11.2

ตารางที่ 5.5 น้ำหนักบรรทุกจรถาวรและเพิ่มชั่วคราวที่มีค่ามากที่สุด

ชนิดของอาคาร	m_{Le} (std.) (กก./ม. ²)	m_{Let} (std.) (กก./ม. ²)	m_{Le} (std.) (กก./ม. ²)
สำนักงาน	202.9 (48.6)	123.2 (36.8)	181.6 (40.1)
สำนักงานประเภทการเงิน	203.3 (47.9)	123.2 (36.8)	181.6 (40.1)
สถานีขนส่ง	131.3 (13.2)	129.7 (18.6)	213.6 (16.6)
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	105.0 (9.7)	129.7 (18.6)	213.6 (16.6)
มหาวิทยาลัย	111.2 (9.2)	42.5 (21.1)	95.2 (12.1)
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	97.9 (6.5)	42.5 (21.1)	95.2 (12.1)
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	119.6 (11.3)	42.5 (21.1)	95.2 (12.1)
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	95.7 (26.8)	54.8 (9.1)	62.6 (8.7)

ตารางที่ 5.6 ค่าผลรวมน้ำหนักบรรทุกจรในแต่ละกรณี

ชนิดของอาคาร	Case I	Case II	Case III
	mean (std.) (กก./ม. ²)	mean (std.) (กก./ม. ²)	mean (std.) (กก./ม. ²)
สำนักงาน	326.1 (61.0)	285.9 (67.0)	384.5 (63.0)
สำนักงานประเภทการเงิน	326.5 (60.4)	287.8 (66.4)	384.9 (62.5)
สถานีขนส่ง	261.0 (22.8)	268.9 (25.6)	344.9 (21.2)
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	234.7 (20.1)	260.7 (22.3)	318.6 (19.2)
มหาวิทยาลัย	153.7 (23.0)	148.8 (19.2)	206.4 (15.2)
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	140.4 (22.1)	148.9 (16.7)	193.1 (13.7)
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	162.1 (23.9)	148.0 (21.0)	214.8 (16.6)
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	150.5 (28.3)	129.4 (25.2)	158.3 (28.2)

ตารางที่ 5.6ก เปรียบเทียบค่าน้ำหนักบรรทุกจากการวิจัยกับเอกสารอ้างอิง [6]

ชนิดของอาคาร	เอกสารอ้างอิง [6]					จากการวิจัย				
	m _L	m _e	m _{Ls}	m _{Lt}	CODE	m _L	m _e	m _{Ls}	m _{Lt}	CODE
Offices	55.1	40.4	125.8	277.8	250	104.3	42.1	202.9	350.8	250
*Bus Terminals	90.4	52.5	170.2	282.8	500	55.3	49.4	131.3	279.1	400
Schools	60.6	34.8	119.2	171.7	200	53.6	33.0	111.2	163.3	300
Car Parks					250	66.8	24.5	95.7	157.2	400

* เปรียบเสมือนกับ Retail Store ในเอกสารอ้างอิง [6]

ตารางที่ 5.7 | ค่าน้ำหนักบรรทุกรวมมากที่สุดที่คำนวณได้จากสมการที่(2.20) และค่าต่ำสุดของน้ำหนักบรรทุกจรที่ยอมให้ใช้ในการออกแบบ

ชนิดของอาคาร	mean (กก./ม. ²)	std. (กก./ม. ²)	ข้อบัญญัติ กทม (กก./ม. ²)	ANSI A58-1982 (กก./ม. ²)
สำนักงาน	350.8	64.0	250	250
สำนักงานประเภทการเงิน	351.4	63.4	250	250
สถานีขนส่ง	279.1	25.4	400	500
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	264.2	22.6	400	500
มหาวิทยาลัย	163.3	21.8	300	200
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	168.9	23.4	300	200
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	156.4	19.2	300	200
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	157.2	27.4	400	250

ตารางที่ 5.8 | ลักษณะการกระจายของข้อมูลน้ำหนักบรรทุกจรมากที่สุด

ชนิดของอาคาร	ลักษณะการกระจาย
สำนักงาน	สุดขีดประเภทที่ 1
สำนักงานประเภทการเงิน	สุดขีดประเภทที่ 1
สถานีขนส่ง	สุดขีดประเภทที่ 1
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	สุดขีดประเภทที่ 1
มหาวิทยาลัย	สุดขีดประเภทที่ 1
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	สุดขีดประเภทที่ 1
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	สุดขีดประเภทที่ 1
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	สุดขีดประเภทที่ 1

ตารางที่ 5.9 ค่าน้ำหนักบรรทุกรวมมากที่สุดที่คำนวณได้จากสมการที่(2.13) และ (2.15)

ชนิดของอาคาร	90% L_s (กก./ม. ²)	50% L_e (กก./ม. ²)	90% L_c (กก./ม. ²)
สำนักงาน	248.8	99.9	348.7
สำนักงานประเภทการเงิน	247.0	99.9	346.9
สถานีขนส่ง	135.0	117.2	252.2
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	106.5	117.2	223.7
มหาวิทยาลัย	111.2	26.9	138.1
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	121.8	26.9	148.7
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	96.0	26.9	122.9
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	112.3	49.1	161.4

ตารางที่ 5.10 ค่าความหนาแน่นของคอนกรีต (กก./ม.³)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	COV.
2400	2416.6	60.72	0.025

ตารางที่ 5.11 ค่าความหนาของพื้นตามลักษณะการควบคุมประเภทที่ 1 (ซม.)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง			
	ค่าเฉลี่ย	COV.	Δ	BIAS
X	$X + 0.5$	$0.8/X$	$0.64/(X + 0.5)$	1.0

ตารางที่ 5.12 ค่าความหนาของพื้นตามลักษณะการควบคุมประเภทที่ 2 (ซม.)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง			
	ค่าเฉลี่ย	COV.	Δ	BIAS
X	$X + 0.2$	$0.8/X$	$0.64/(X + 0.2)$	1.0

ตารางที่ 5.13 ค่าความกว้าง(X)และความลึก(Y)ของคานตามลักษณะการควบคุมประเภทที่ 1 (ซม.)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง			
	ค่าเฉลี่ย	COV.	Δ	BIAS
X	$X + 0.3$	$0.32/X$	$0.19/(X + 0.3)$	1.0
Y	$Y + 0.2$	$0.65/Y$	$0.29/(Y + 0.2)$	1.0

ตารางที่ 5.14 ค่าความกว้าง(X)และความลึก(Y)ของคานตามลักษณะการควบคุมประเภทที่ 2 (ซม.)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง			
	ค่าเฉลี่ย	COV.	Δ	BIAS
X	$X + 0.4$	$0.53/X$	$0.22/(X + 0.4)$	1.0
Y	$Y + 0.4$	$0.65/Y$	$0.34/(Y + 0.4)$	1.0

ตารางที่ 5.15 ค่าความกว้าง(X)และความลึก(Y) ของเสาตามลักษณะการควบคุมประเภทที่ 1 (ซม.)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง			
	ค่าเฉลี่ย	COV.	Δ	BIAS
X	$X + 0.3$	$0.25/X$	$0.14/(X + 0.3)$	1.0
Y	$Y + 0.3$	$0.25/Y$	$0.14/(Y + 0.3)$	1.0

ตารางที่ 5.16 ค่าความกว้าง(X)และความลึก(Y) ของเสาตามลักษณะการควบคุมประเภทที่ 2 (ซม.)

จากการออกแบบ	จากสภาพการก่อสร้างจริง			
	ค่าเฉลี่ย	COV.	Δ	BIAS
X	$X + 0.4$	$0.34/X$	$0.52/(X + 0.4)$	1.0
Y	$Y + 0.4$	$0.34/Y$	$0.52/(Y + 0.4)$	1.0

ตารางที่ 5.17 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่(พื้น) ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 1

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	293	307	18.9	1.048
B	166	177	22.7	1.066
C	214	226	17.5	1.056
D	167	178	19.3	1.066
E	191	204	26.1	1.068
F	264	277	21.6	1.049
G	163	173	17.9	1.061
H	208	220	22.8	1.058
I	229	242	25.1	1.057
J	300	314	24.4	1.047
K	291	305	25.8	1.048
L	271	284	24.0	1.048
M	334	348	25.0	1.042
N	274	288	23.1	1.051
O	281	294	19.6	1.046
P	227	241	22.9	1.062
Q	231	244	25.3	1.056
R	231	244	25.3	1.056
S	232	246	21.8	1.060
T1	237	247	12.6	1.042
T2	189	202	21.7	1.069
U	255	269	15.4	1.055
V	270	284	20.0	1.052
W	219	232	22.1	1.059

ตารางที่ 5.18 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่(พื้น) ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	293	300	18.7	1.024
B	166	171	22.1	1.030
C	214	220	17.1	1.028
D	167	172	18.8	1.030
E	191	197	25.5	1.031
F	264	271	21.2	1.027
G	163	168	17.6	1.031
H	208	214	22.4	1.029
I	229	235	24.6	1.026
J	300	307	24.0	1.023
K	291	298	25.4	1.024
L	271	277	23.6	1.022
M	334	341	24.7	1.021
N	274	281	22.7	1.026
O	281	287	19.2	1.021
P	227	234	22.5	1.031
Q	231	237	24.8	1.026
R	231	237	24.8	1.026
S	232	238	21.3	1.026
T1	237	242	12.4	1.021
T2	189	195	21.2	1.032
U	255	262	15.2	1.027
V	270	277	19.7	1.026
W	219	225	21.7	1.027

ตารางที่ 5.19 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่(คาน) ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 1

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	325	331	5.3	1.018
B	350	358	8.4	1.023
C	365	373	7.8	1.022
D	359	367	8.1	1.022
E	332	340	7.3	1.024
F	390	399	6.0	1.023
G	302	309	4.8	1.023
H	306	314	6.6	1.026
I	278	285	6.3	1.025
J	289	295	3.2	1.021
K	208	213	4.7	1.024
L	313	319	6.6	1.019
M	217	222	4.7	1.023
N	252	259	4.5	1.028
O	280	288	5.4	1.029
P	207	213	3.3	1.029
Q	213	219	3.6	1.028
R	194	199	3.7	1.026
S	245	252	7.4	1.029
T1	240	246	5.0	1.025
T2	299	306	6.4	1.023
U	176	181	3.4	1.028
V	183	188	5.9	1.027
W	355	363	8.8	1.023

ตารางที่ 5.20 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่(คาน)ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	325	333	5.8	1.025
B	350	360	9.7	1.029
C	365	376	9.0	1.030
D	359	369	9.3	1.028
E	332	342	8.5	1.030
F	390	402	7.1	1.031
G	302	312	5.7	1.033
H	306	316	7.7	1.033
I	278	287	7.4	1.032
J	289	297	3.8	1.028
K	208	214	5.6	1.029
L	313	322	7.3	1.029
M	217	224	5.7	1.032
N	252	262	5.7	1.040
O	280	290	6.6	1.036
P	207	215	4.1	1.039
Q	213	221	4.6	1.038
R	194	201	4.7	1.036
S	245	254	8.8	1.037
T1	240	248	6.0	1.033
T2	299	308	7.5	1.030
U	176	182	4.0	1.034
V	183	189	7.1	1.033
W	355	366	10.2	1.031

ตารางที่ 5.21 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่(เสา)ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 1

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	46	47	0.7	1.022
B	59	61	0.9	1.034
C	35	36	0.6	1.029
D	33	34	0.5	1.030
E	15	16	0.3	1.067
F	82	84	1.3	1.024
G	90	92	2.5	1.022
H	48	49	0.9	1.021
I	55	57	0.9	1.036
J	63	65	1.8	1.032
K	54	55	1.3	1.019
L	51	53	1.2	1.039
M	47	48	1.2	1.021
N	51	52	0.8	1.020
O	76	78	1.2	1.026
P	40	41	0.6	1.025
Q	55	57	1.1	1.036
R	39	41	0.9	1.051
S	44	45	1.2	1.023
T1	85	88	2.5	1.035
T2	39	40	1.1	1.026
U	46	47	1.4	1.022
V	26	27	0.9	1.038
W	62	64	1.7	1.032

ตารางที่ 5.22 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่(เสา)ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	46	47	0.9	1.022
B	59	61	1.2	1.034
C	35	37	0.8	1.057
D	33	34	0.8	1.030
E	15	16	0.4	1.067
F	82	85	1.7	1.037
G	90	92	3.0	1.022
H	48	49	1.1	1.021
I	55	57	1.2	1.036
J	63	65	2.3	1.032
K	54	55	1.6	1.019
L	51	53	1.6	1.039
M	47	48	1.6	1.021
N	51	53	1.2	1.039
O	76	79	1.8	1.039
P	40	41	0.9	1.025
Q	55	57	1.7	1.036
R	39	41	1.4	1.051
S	44	45	1.7	1.023
T1	85	88	3.6	1.035
T2	39	41	1.6	1.051
U	46	48	1.8	1.043
V	26	27	1.4	1.038
W	62	65	2.3	1.048

ตารางที่ 5.23 | คำน้ําหนักบรรทุกคงที่ของผนังก่ออิฐ

NO.	จากการออกแบบ (กก./ม. ²)	จากการคำนวณ
A	197	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
B	200	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
C	396	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
D	293	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
E	83	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
F	411	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
G	317	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
H	206	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
I	222	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
J	121	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
K	110	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
L	157	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
M	184	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
N	560	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
O	414	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
P	184	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
Q	253	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
R	213	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
S	356	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
T1	478	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
T2	117	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
U	209	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
V	228	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ
W	204	เท่ากับค่าที่ใช้ออกแบบ

ตารางที่ 5.24 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่กระทำต่อคาน
ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 1

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	815	835	19.6	1.025
B	716	735	24.2	1.027
C	975	995	19.2	1.021
D	819	838	20.9	1.023
E	606	627	27.1	1.035
F	1065	1087	22.4	1.021
G	782	799	18.5	1.022
H	720	740	23.7	1.028
I	729	749	25.9	1.027
J	710	730	24.6	1.028
K	609	628	26.2	1.031
L	741	760	24.9	1.026
M	735	754	25.4	1.026
N	1086	1107	23.5	1.019
O	975	996	20.3	1.022
P	618	638	23.1	1.032
Q	697	716	25.6	1.027
R	638	656	25.6	1.028
S	833	854	23.0	1.025
T1	955	971	13.6	1.017
T2	605	625	22.6	1.033
U	640	659	15.8	1.030
V	681	700	20.9	1.028
W	778	799	23.8	1.027

ตารางที่ 5.25 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่กระทำต่อคาน
ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	815	830	19.6	1.018
B	716	731	24.1	1.021
C	975	992	19.3	1.017
D	819	834	21.0	1.018
E	606	622	26.9	1.026
F	1065	1084	22.4	1.018
G	782	797	18.5	1.019
H	720	736	23.7	1.022
I	729	744	25.7	1.021
J	710	725	24.3	1.021
K	609	622	26.0	1.021
L	741	756	24.7	1.020
M	735	749	25.3	1.019
N	1086	1103	23.4	1.016
O	975	991	20.3	1.016
P	618	633	22.9	1.024
Q	697	711	25.2	1.020
R	638	651	25.2	1.020
S	833	848	23.0	1.018
T1	955	968	13.8	1.014
T2	605	620	22.5	1.025
U	640	653	15.7	1.020
V	681	694	20.9	1.019
W	778	795	24.0	1.022

ตารางที่ 5.26 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่กระทำต่อเสา
ในสภาวะที่มีการควบคุมประเภทที่ 1

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	861	882	19.6	1.024
B	775	796	24.2	1.027
C	1010	1031	19.2	1.021
D	852	872	20.9	1.023
E	621	643	27.1	1.035
F	1147	1171	22.5	1.021
G	872	891	18.7	1.022
H	768	789	23.8	1.027
I	784	806	25.9	1.028
J	773	795	24.7	1.028
K	663	683	26.3	1.030
L	792	813	24.9	1.027
M	782	802	25.5	1.026
N	1137	1159	23.5	1.019
O	1051	1074	20.4	1.022
P	658	679	23.1	1.032
Q	752	773	25.6	1.028
R	677	697	25.6	1.030
S	877	899	23.1	1.025
T1	1040	1059	13.8	1.018
T2	644	665	22.7	1.033
U	686	706	15.8	1.029
V	707	727	20.9	1.028
W	840	863	23.8	1.027

ตารางที่ 5.27 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่กระทำต่อเสา
ในสถานะที่มีการควบคุมประเภทที่ 2

NO.	จากการออกแบบ (D_n) (กก./ม. ²)	จากสภาพการก่อสร้างจริง		\bar{D}/D_n
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
A	861	877	19.6	1.019
B	775	792	24.2	1.022
C	1010	1029	19.3	1.019
D	852	868	21.0	1.019
E	621	638	26.9	1.027
F	1147	1169	22.4	1.019
G	872	889	18.7	1.019
H	768	785	23.7	1.022
I	784	801	25.7	1.022
J	773	790	24.4	1.022
K	663	677	26.1	1.021
L	792	809	24.8	1.021
M	782	797	25.4	1.020
N	1137	1151	23.4	1.012
O	1051	1070	20.4	1.018
P	658	674	22.9	1.024
Q	752	768	25.3	1.021
R	677	692	25.3	1.022
S	877	893	23.1	1.018
T1	1040	1056	14.2	1.015
T2	644	661	22.5	1.026
U	686	701	15.8	1.022
V	707	721	21.0	1.020
W	863	860	24.1	1.024

ตารางที่ 5.28 สรุปค่าต่างๆ ของน้ำหนักรรทุกจร

ชนิดของอาคาร	\bar{L} กก./ม. ²	δ_L	Ω_L	L_o กก./ม. ²	\bar{L}/L_o
สำนักงาน	350.8	.182	.189	250	1.403
สำนักงานประเภทการเงิน	351.4	.180	.187	250	1.406
สถานีขนส่ง	279.1	.091	.104	400	0.698
สถานีขนส่งที่ไม่รวมขนส่ง- สายเหนือ	264.2	.086	.099	400	0.661
มหาวิทยาลัย	163.3	.133	.142	300	0.544
มหาวิทยาลัยฝ่ายศิลป์	168.9	.139	.148	300	0.563
มหาวิทยาลัยฝ่ายวิทย์	156.4	.123	.133	300	0.521
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	157.2	.174	.181	400	0.393

L_o = น้ำหนักรรทุกจรที่ยอมให้ใช้ในการออกแบบ

ตารางที่ 5.29 สรุปค่า \bar{D}/D_n และค่าความไม่แน่นอนของน้ำหนักรรทุกคงที่

D.L. on	CASE	\bar{D}/D_n	COV.	Δ_D
คาน	1	$1.0475 - 2.7663E-5 * D_n$	$.1160 - 1.7433E-4 * D_n + 7.8244E-8 * D_n^2$.071
	2	$1.0318 - 1.5522E-5 * D_n$	$.1143 - 1.7052E-4 * D_n + 7.6198E-8 * D_n^2$.071
เสา	1	$1.0476 - 2.5906E-5 * D_n$	$.1054 - 1.4524E-4 * D_n + 5.9925E-8 * D_n^2$.071
	2	$1.0344 - 1.6782E-5 * D_n$	$.1040 - 1.4207E-4 * D_n + 5.8246E-8 * D_n^2$.071

ตารางที่ 5.30 สรุปลค่าต่าง ๆ ของกำลัง (R) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่า β

องค์อาคาร	ϕ_n	Case (Strength)	ρ/ρ or V_s/V_s or e/e_b	\bar{R}/R_n	Ω_R
รับแรงดัด	0.90	1	0.2	1.31	0.170
			0.4	1.28	0.164
			0.75	1.17	0.180
		2	0.2	1.06	0.160
			0.4	1.05	0.158
			0.75	1.01	0.168
รับแรงอัดและดัด	0.70	1	0	1.21	0.202
			0.4	1.18	0.195
			1.0	1.08	0.195
		2	0	1.05	0.188
			0.4	1.02	0.188
			1.0	0.99	0.195
รับแรงเฉือน	0.85	1	1	1.44	0.192
			2	1.50	0.199
			3	1.524	0.204
		2	1	1.236	0.187
			2	1.260	0.191
			3	1.26	0.195

ตารางที่ 5.31 สรุปค่าความไม่แน่นอน (Ω_R) และค่าตัวคูณสำหรับกำลัง ($\bar{\phi}$)

องค์อาคาร	β	CASE Strength	Ω_R			$\bar{\phi}$		
			min.	max.	mean	min.	max.	mean
รับแรงดัด	3	1	.156	.178	.164	.670	.705	.692
		2	.158	.180	.165	.679	.701	.691
รับแรงอัด+ดัด	3.5	1	.188	.216	.198	.567	.610	.594
		2	.118	.209	.190	.578	.600	.592
รับแรงเฉือน	3.5	1	.192	.204	.198	.585	.604	.595
		2	.187	.204	.195	.591	.608	.600

ตารางที่ 5.32 ค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกเทียบจากค่าเฉลี่ย ที่คำนวณได้โดยใช้วิธีโมเมนต์
ที่ 2 และวิธีประมาณอันดับที่ 1

ชนิดของอาคาร	ชนิดขององค์อาคาร					
	รับแรงดัด ($\beta=3.0$)		รับแรงกดและดัด ($\beta=3.5$)		รับแรงเฉือน ($\beta=3.5$)	
	\bar{V}_D	\bar{V}_L	\bar{V}_D	\bar{V}_L	\bar{V}_D	\bar{V}_L
อาคารที่จอดรถ ของห้างสรรพสินค้า	1.13 (1.19)	1.97 (1.47)	1.76 (1.22)	2.23 (1.56)	1.73 (1.22)	2.22 (1.56)
อาคารมหาวิทยาลัย	1.22 (1.19)	1.65 (1.35)	1.84 (1.22)	2.08 (1.42)	1.80 (1.22)	2.07 (1.42)
อาคารสถานีขนส่ง	1.30 (1.18)	1.47 (1.24)	1.89 (1.21)	2.00 (1.28)	1.87 (1.21)	1.98 (1.28)
อาคารสำนักงาน	1.12 (1.19)	2.05 (1.49)	1.74 (1.22)	2.27 (1.60)	1.71 (1.22)	2.26 (1.60)

() คำนวณโดยใช้วิธีประมาณอันดับที่ 1

ตารางที่ 5.33 ค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกเทียบจากค่าที่ใช้ออกแบบ ที่คำนวณได้โดยใช้วิธีโมเมนต์
ที่ 2 และวิธีประมาณอันดับที่ 1

ชนิดของอาคาร	ชนิดขององค์อาคาร					
	รับแรงดัด ($\beta=3.0$)		รับแรงกดและดัด ($\beta=3.5$)		รับแรงเฉือน ($\beta=3.5$)	
	γ_D	γ_L	γ_D	γ_L	γ_D	γ_L
อาคารที่จอดรถ ของห้างสรรพสินค้า	1.17 (1.23)	0.77 (0.58)	1.81 (1.26)	0.88 (0.61)	1.78 (1.26)	0.87 (0.61)
อาคารมหาวิทยาลัย	1.25 (1.23)	0.90 (0.74)	1.90 (1.26)	1.13 (0.77)	1.87 (1.26)	1.12 (0.77)
อาคารสถานีขนส่ง	1.34 (1.22)	1.03 (0.87)	1.95 (1.25)	1.40 (0.89)	1.90 (1.25)	1.38 (0.89)
อาคารสำนักงาน	1.15 (1.23)	2.87 (2.09)	1.80 (1.26)	3.18 (2.25)	1.76 (1.26)	3.17 (2.25)

() คำนวณโดยใช้วิธีประมาณอันดับที่ 1

ตารางที่ 5.34 ความสัมพันธ์ระหว่าง γ_D กับ γ_L โดยอิงค่าความปลอดภัยมาตรฐานสากล

ชนิดของอาคาร	γ_D	γ_L					
		รับแรงดัด		รับแรงกด+แรงดัด		รับแรงเฉือน	
		$\phi=0.80$	$\phi=0.90$	$\phi=0.65$	$\phi=0.70$	$\phi=0.80$	$\phi=0.85$
อาคารสถานีขนส่ง	1.2	1.49	1.90	2.58	2.92	2.34	2.60
	1.3	1.34	1.75	2.43	2.77	2.19	2.45
	1.4	1.19	1.60	2.28	2.62	2.04	2.30
	1.5	1.04	1.45	2.13	2.47	1.89	2.15
	1.6	0.89	1.30	1.98	2.32	1.74	2.00
	1.7	0.74	1.15	1.83	2.17	1.59	1.85
อาคารมหาวิทยาลัย	1.2	1.44	1.91	2.72	3.12	2.42	2.72
	1.3	1.24	1.71	2.52	2.92	2.22	2.52
	1.4	1.04	1.51	2.32	2.72	2.02	2.32
	1.5	0.84	1.31	2.12	2.52	1.82	2.12
	1.6	0.64	1.11	1.92	2.32	1.62	1.92
	1.7	0.44	0.91	1.72	2.12	1.42	1.72
ที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	1.2	1.06	1.42	2.01	2.31	1.79	2.01
	1.3	0.91	1.27	1.86	2.16	1.64	1.86
	1.4	0.76	1.12	1.71	2.01	1.49	1.71
	1.5	0.61	0.97	1.56	1.86	1.34	1.56
	1.6	0.46	0.82	1.41	1.71	1.19	1.41
	1.7	0.31	0.67	1.26	1.56	1.04	1.26
อาคารสำนักงาน	1.2	2.86	3.57	4.69	5.28	4.28	4.73
	1.3	2.62	3.33	4.45	5.04	4.04	4.49
	1.4	2.38	3.09	4.21	4.80	3.80	4.25
	1.5	2.14	2.85	3.97	4.56	3.56	4.01
	1.6	1.90	2.61	3.73	4.32	3.32	3.77
	1.7	1.66	2.37	3.49	4.08	3.08	3.53

ตารางที่ 5.35 ค่าความปลอดภัยที่คำนวณได้จากมาตรฐานของ ว.ส.ท. ACI และจากการวิจัย

ชนิดของอาคาร	องค์อาคาร	1	2	3	4	5
อาคารสถานีขนส่ง	รับแรงดัด	3.62	3.09	3.74	3.11	3.43
	รับแรงกด+ดัด	3.44	3.11	3.45	3.03	3.32
	รับแรงเฉือน	3.55	3.28	3.54	3.19	3.45
อาคารมหาวิทยาลัย	รับแรงดัด	3.67	3.13	3.77	3.14	3.45
	รับแรงกด+ดัด	3.47	3.13	3.46	3.04	3.33
	รับแรงเฉือน	3.57	3.31	3.55	3.21	3.47
อาคารที่จอดรถของห้างสรรพสินค้า	รับแรงดัด	3.97	3.51	4.08	3.53	3.81
	รับแรงกด+ดัด	3.66	3.37	3.67	3.30	3.56
	รับแรงเฉือน	3.73	3.50	3.72	3.42	3.68
อาคารสำนักงาน	รับแรงดัด	2.80	2.12	2.92	2.10	2.51
	รับแรงกด+ดัด	2.94	2.50	2.96	2.37	2.75
	รับแรงเฉือน	3.14	2.79	3.11	2.65	2.99

		ϕ แรงดัด	ϕ แรงกด+ดัด	ϕ แรงเฉือน	γ_D	γ_L
1.	ว.ส.ท.	0.9	0.7	0.85	1.7	2.0
2.	ACI	0.9	0.7	0.85	1.4	1.7
3.	จากการวิจัย	0.8	0.65	0.8	1.5	2.0
4.	จากการวิจัย	0.8	0.65	0.8	1.2	1.6
5.	จากการวิจัย	0.9	0.7	0.85	1.5	2.0

ภาคผนวก

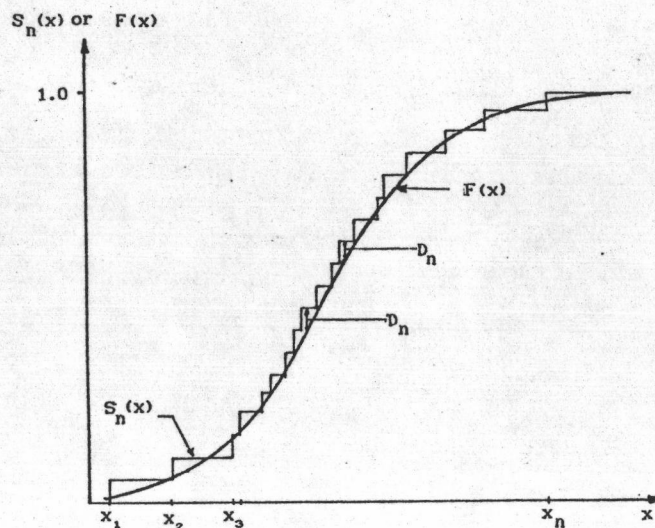
ก. วิธีการทดสอบโครโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ

เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ทดสอบเพื่อหาความเหมาะสมของรูปแบบการกระจายที่สมมติขึ้นกับรูปแบบการกระจายของข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างความถี่สะสมของรูปแบบกระจายทั้งสอง

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจำนวน n ข้อมูล นำมาจัดเรียงลำดับจากน้อยไปมาก จะสามารถหาค่าของความถี่สะสมของรูปแบบของข้อมูลได้ คือ

$$S_n(x) = \begin{cases} 0 & x < x_1 \\ k/n & x_k \leq x < x_{k+1} \\ 1 & x \geq x_n \end{cases}$$

โดยที่ $S_n(x)$ = ความถี่สะสมของรูปแบบการกระจายของข้อมูลที่เก็บมา
 k = ลำดับที่ของข้อมูลที่เรียงลำดับจากน้อยไปมาก
 x_1, x_2, \dots, x_n = ค่าของข้อมูลที่เรียงลำดับจากน้อยไปมาก



รูปที่ ก.1 แสดงความถี่สะสมของรูปแบบการกระจายที่สมมติ ($F(x)$) และความถี่สะสมของรูปแบบการกระจายของข้อมูล ($S_n(x)$)

ค่าความแตกต่างที่มากที่สุดระหว่างความถี่สะสมของรูปแบบการกระจายทั้งสองในทุก ๆ ช่วงของข้อมูล จะเป็นค่าที่ใช้วัดความเหมาะสมของรูปแบบการกระจายที่สมมติว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยจะนำค่าความแตกต่างที่มากที่สุดนี้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ (Critical Value) ถ้าค่าความแตกต่างที่มากที่สุดมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติแสดงว่า รูปแบบการกระจายที่สมมติสามารถใช้แทนการกระจายของข้อมูลได้ (ที่ระดับความสำคัญระดับหนึ่ง) แต่ถ้าค่าความแตกต่างที่มากที่สุด มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะแสดงว่ารูปแบบการกระจายที่สมมตินั้น ไม่เหมาะสมที่จะใช้แทนการกระจายของข้อมูล

ถ้าให้
$$D_n = \max_x |F(x) - S_n(x)|$$

โดยที่
$$D_n = \text{ค่าความแตกต่างที่มากที่สุด}$$

พิจารณาที่ระดับความสำคัญระดับหนึ่ง สมมติเป็นระดับความสำคัญที่ α ค่าวิกฤติจะมีค่า D_n^α (ซึ่งค่าวิกฤตินี้จะขึ้นกับระดับความสำคัญและจำนวนของข้อมูล)

และจะได้ว่า

$$P(D_n \leq D_n^\alpha) = 1 - \alpha$$

$P(D_n \leq D_n^\alpha)$ คือความน่าจะเป็นที่ D_n จะน้อยกว่าหรือเท่ากับ D_n^α

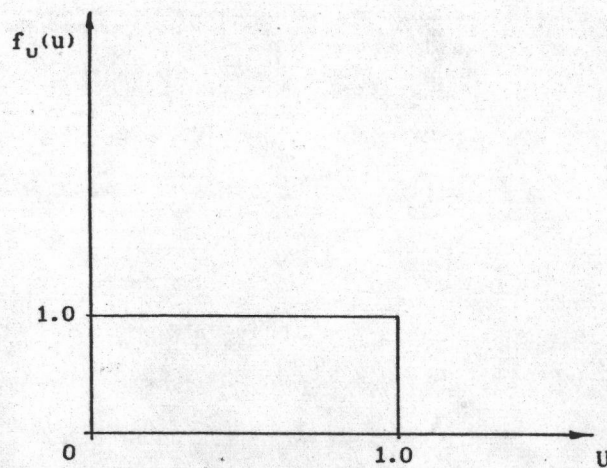
วิธีโครโมโกรอฟ-สเมอนอฟนี้ สามารถทำได้โดยไม่ต้องแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วง ๆ จึงเป็นการสะดวกและสามารถนำมาใช้กับข้อมูลที่มีจำนวนน้อย ๆ ได้

ข. วิธีมอนติคาร์โล

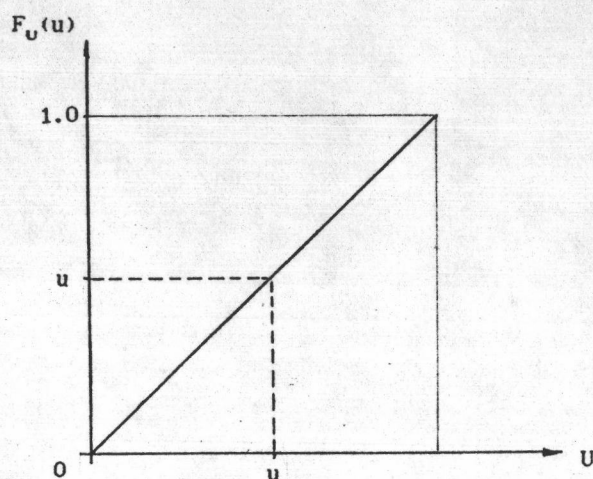
เป็นวิธีการสร้างตัวเลขข้อมูลสุ่มขึ้นจากลักษณะการกระจายของตัวแปรสุ่มที่ทราบอยู่แล้ว ซึ่งมีหลักการคือ ถ้าให้ X เป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่งมีลักษณะการกระจายสะสมคือ $F_X(x)$ ความน่าจะเป็นสะสมของ $F_X(x) = U$ จะได้ค่าของ X คือ

$$x = F_X^{-1}(u) \quad (\text{ข.1})$$

และถ้าให้ u เป็นค่าของตัวแปร U ที่มีลักษณะการกระจายเป็นแบบยูนิฟอร์ม ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังแสดงในรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 การกระจายความน่าจะเป็นของ u



รูปที่ ข.2 การกระจายความน่าจะเป็นสะสมของ u

$$\text{ได้} \quad F_U(u) = u \quad (2.2)$$

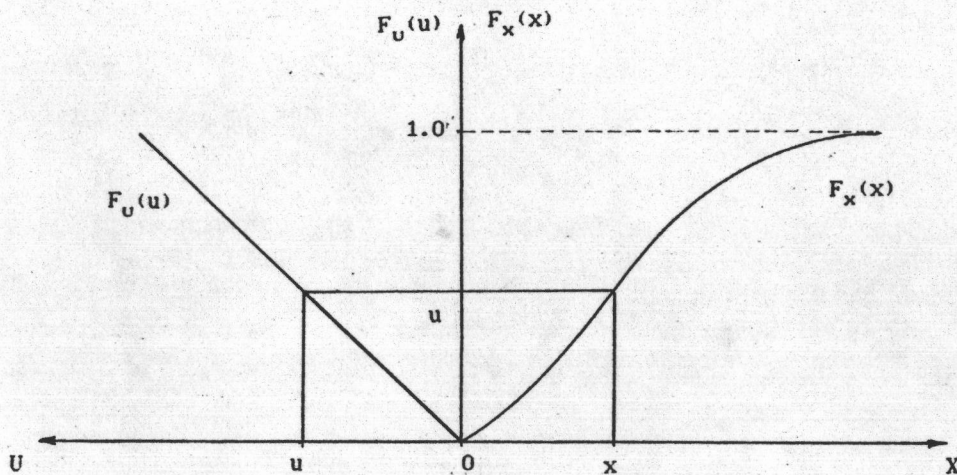
ถ้า u เป็นค่าของ U ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าของ X ที่คำนวณได้จากสมการที่ (2.1) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} P(X \leq x) &= P[F_X^{-1}(U) \leq x] \\ &= P[U \leq F_X(x)] \\ &= F_U[F_X(x)] \\ &= F_X(x) \end{aligned}$$

ซึ่งก็หมายความว่า ถ้า (u_1, u_2, \dots, u_n) เป็นค่าจาก U ค่าที่ได้จากสมการที่ (2.2) จะมีค่าเท่ากัน คือ

$$x_i = F_X^{-1}(u_i) \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

สามารถแสดงได้ในรูปที่ (2.3)



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของ $F_U(u)$ กับ $F_X(x)$

ค. ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1.1 การคำนวณหาหน้าทับบรรทุกคงที่ของคาน เสา พื้น จากแบบก่อสร้าง

วิธีทำ จากแบบก่อสร้างของอาคาร พิจารณาพื้นที่ใช้งานพื้นที่หนึ่ง

มีพื้นที่ทั้งหมด = 13.8x15.1 = 208.38 ม.²

ประกอบด้วย

พื้นคอนกรีต	ขนาด ชม.	8.0	10.0	15.0	20.0
	พื้นที่ ม. ²	43.0	4.0	140.0	3.2

ได้น้ำหนักคงที่ของพื้นคอนกรีตทั้งหมด = [8.0x43.0 + 10.0x4.0 + 15.0x140.0 + 20.0x3.2]x2400/100 = 61,152 กก.

คานคอนกรีต	ขนาด ชม. x ชม.	15x25	15x70	20x25	20x40	20x50	20x70	40x70	40x90
	ยาว ม.	6.6	3.6	6.0	13.8	42.0	5.1	35.1	31.8

ได้น้ำหนักคงที่ของคานคอนกรีตทั้งหมด = [(15x25x6.6) + (15x70x3.6) + (20x25x6.0) + (20x40x13.8) + (20x50x42) + (20x70x5.1) + (40x70x35.1) + (40x90x31.8)]x2400/100/100 = 67,727 กก.

เสาคอนกรีต	ขนาด ชม. x ชม.	30x30	40x40	40x50
	ยาว ม.	26.1	32.5	5.8

$$\begin{aligned} \text{ได้น้ำหนักคงที่ของเสาคอนกรีตทั้งหมด} &= [(30 \times 30 \times 26.1) + (40 \times 40 \times 32.5) \\ &+ (40 \times 50 \times 5.8)] \times 2400 / 100 / 100 \\ &= 9,535 \end{aligned}$$

กก.

จะได้น้ำหนักบรรทุกคงที่ต่อตารางเมตรของพื้น คาน เสา โดยหารด้วยพื้นที่ทั้งหมด

พื้น	คาน	เสา
293	325	46

ตัวอย่างที่ 1.2 การคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกคงที่ของพื้น คาน เสา จากสภาพก่อสร้างจริง

วิธีทำ จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 5.10

$$\text{ได้ความหนาแน่นของคอนกรีตเฉลี่ย} = 2416.6 \quad \text{กก./ม.}^2$$

$$\text{สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน} = 0.025 \quad \text{กก./ม.}^2$$

สมมติว่าไม่มีความผิดพลาดเนื่องจากการทำนาย ($\Delta = 0$, $\text{BIAS} = 1$)

และประกอบกับข้อมูลจากตารางที่ 5.11-16 จะสามารถคำนวณหาค่าของน้ำหนักบรรทุกคงที่ขององค์อาคารต่าง ๆ จากสภาพก่อสร้างจริงตามลักษณะของการควบคุมการก่อสร้างประเภทที่ 1 ดังนี้คือ

พื้น	SPEC	8.0	10.0	15.0	20.0
	MEAN	8.5	10.5	15.5	20.5
	δ	0.100	0.080	0.053	0.040
	Δ	0.075	0.061	0.041	0.031

$$\begin{aligned} \text{จะได้น้ำหนักคงที่เฉลี่ยของพื้น} &= [8.5 \times 43.0 + 10.5 \times 4.0 + 15.5 \times 140.0 \\ &\quad 20.5 \times 3.2] \times 2416.6 / 100 \\ &= 63873.2 \quad \text{กก.} \end{aligned}$$

จากสมการที่ 3.57 จะได้อ่าความไม่แน่นอน

$$\Omega_x = \sqrt{\delta_x^2 + \Delta_x^2}$$

จะได้อ่าความไม่แน่นอนของความหนาแน่นของคอนกรีต

$$\Omega_{wc} = \sqrt{(0.025)^2 + 0^2} = 0.025$$

ความไม่แน่นอนของขนาดของพื้น Ω_s

$$\text{ขนาดหน้า 8 ซม.} = \sqrt{0.100^2 + 0.075^2} = 0.125$$

$$\text{ขนาดหน้า 10 ซม.} = \sqrt{0.080^2 + 0.061^2} = 0.100$$

$$\text{ขนาดหน้า 15 ซม.} = \sqrt{0.053^2 + 0.041^2} = 0.067$$

$$\text{ขนาดหน้า 20 ซม.} = \sqrt{0.040^2 + 0.031^2} = 0.051$$

$$\begin{aligned} \text{แต่น้ำหนักคงที่ของพื้น} &= W_c \times t \times A \\ \text{โดยที่ } W_c &= \text{ความหนาแน่นของคอนกรีต} \\ t &= \text{ความหนาของพื้น} \\ A &= \text{พื้นที่ของพื้นขนาดความหนา } t \end{aligned}$$

จากสมการที่ (3.35a และ 3.60) ความไม่แน่นอนของน้ำหนักคงที่ของพื้น แต่ละขนาด คือ

$$\Omega_{w=1} = \sqrt{\Omega_{w_c}^2 + \Omega_t^2 + \Omega_A^2}$$

แต่เนื่องจาก A มีค่าคงที่ $\Omega_A = 0$

จะได้ความไม่แน่นอนของน้ำหนักคงที่ของพื้น

ขนาดหนา 8 ซม.	=	$\sqrt{0.025^2 + 0.125^2}$	=	0.127
ขนาดหนา 10 ซม.	=	$\sqrt{0.025^2 + 0.100^2}$	=	0.103
ขนาดหนา 15 ซม.	=	$\sqrt{0.025^2 + 0.067^2}$	=	0.072
ขนาดหนา 20 ซม.	=	$\sqrt{0.025^2 + 0.051^2}$	=	0.057

จากสมการที่ 3.16 จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักคงที่ของพื้น แต่ละขนาด คือ

ขนาดหนา 8 ซม.	=	$0.127 \times 2416.6 \times 0.085 \times 43$	=	1121.75	กก.
ขนาดหนา 10 ซม.	=	$0.103 \times 2416.6 \times 0.105 \times 4$	=	104.54	กก.
ขนาดหนา 15 ซม.	=	$0.072 \times 2416.6 \times 0.155 \times 140$	=	3775.70	กก.
ขนาดหนา 20 ซม.	=	$0.057 \times 2416.6 \times 0.205 \times 3.2$	=	90.36	กก.

จากสมการที่ 3.35b

จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักคงที่ของพื้นรวม

$$\begin{aligned} &= \sqrt{1121.75^2 + 104.54^2 + 3775.70^2 + 90.36^2} \\ &= 3941.23 \quad \text{กก.} \end{aligned}$$

ดังนั้นจะได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักคงที่ต่อหน่วยพื้นที่ คือ

ค่าเฉลี่ย	=	$63873.2 / 208.38$	=	306.5	กก./ม. ²
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	=	$3941.23 / 208.38$	=	18.9	กก./ม. ²

กรณีของคานและเสานั้น การคำนวณก็ทำได้เช่นเดียวกันกับพื้น เพียงแต่ตัวแปรในการคำนวณจะเปลี่ยนไปคือ ความหนาพื้นก็เปลี่ยนเป็นหน้าตัดของคานหรือเสา และพื้นที่ก็เปลี่ยนเป็นความยาวหรือความสูง

ตัวอย่างที่ 2.1 การคำนวณหาหน้าหนักบรรทุกจรถาวรที่มีค่ามากที่สุด

วิธีทำ พิจารณาข้อมูลของอาคารเรียน (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

จากกราฟรูป 4.7

พิจารณาที่พื้นที่ = 1000 ม.² ได้ค่าความแปรปรวน = 49 กก./ม.²

และที่พื้นที่ = 25 ม.² ได้ค่าความแปรปรวน = 364.7 กก./ม.²

จากสมการที่ (2.10C) จะได้ค่าความแปรปรวนของหน้าหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่ คือ

$$\text{Var}(U) = \sigma^2 + \sigma_u^2/A$$

พิจารณาที่พื้นที่มาก ๆ (1000 ม.²) ค่าของ σ_u/A จะน้อย เมื่อเทียบกับค่าของ σ^2

จะได้ $\sigma^2 = \text{Var}(U) = 49$

พิจารณาที่พื้นที่น้อย ๆ (25 ม.²) ได้ค่าความแปรปรวน = 364.7 แทนลงในสมการที่

(2.10C) จะได้

$$364.7 = 49 + \sigma_u^2/25$$

$$\sigma_u^2 = 7891$$

และจากสมการที่ (2.12b) จะได้ค่าความแปรปรวนของหน้าหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่แบบสมมุติคือ

$$\text{Var}(L) = \sigma^2 + \sigma_u^2 K/A$$

ฉะนั้น จากค่า σ^2 σ_u^2 จะสามารถสร้างกราฟระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของหน้าหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่กับพื้นที่ขึ้นมาเพื่อใช้แทนข้อมูลจริง คือ จะได้

$$\text{Var}(U) = 49 + 7891/A$$

$$\text{Var}(L) = 49 + 7891 \times 2.2/A$$

จากสมการที่ (2.12a) จะได้ค่าเฉลี่ยของหน้าหนักบรรทุกต่อหน่วยพื้นที่แบบสมมุติเท่ากับค่าเฉลี่ยของข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 53.57 กก./ม.² สำหรับอาคารเรียนมหาวิทยาลัยรวม และถ้าพิจารณาที่พื้นที่ 100 ม.² ตามตารางที่ 4.9-10 (ซึ่งใช้พื้นที่เท่ากับ 1000 ฟุต² มีค่าเท่ากับ 93 ม.²) จะได้

$$\text{Var}(U) = 49 + 7891/100$$

$$\sigma_U = 11.3 \quad \text{กก./ม.}^2$$

และ $\text{Var}(L) = 49 + 7891 \times 2.2/100$

$$\sigma_L = 14.9 \quad \text{กก./ม.}^2$$

โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 4.9-10 จะได้

$$\text{อายุการใช้งาน} = 100 \quad \text{ปี}$$

$$\text{ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงอย่างมากของน้ำหนักบรรทุก} = 1 \quad \text{ปี}$$

จากสมการที่ (2.21) คือ

$$ECL_{\max}] = m + c_3 \sigma$$

และสมการที่ (2.22) คือ

$$\sigma_{L_{\max}} = \sigma \pi c_2 / \sqrt{6}$$

$$\text{โดยที่ } c_3 = c_1 + 0.5772 c_2$$

$$c_1 = (\sqrt{6}/\pi) \ln N$$

$$c_2 = (1 + c_1 \delta) / (2\delta + c_1)$$

$$N = 100 \quad \text{ครั้ง}$$

$$c_1 = (\sqrt{6}/\pi) \ln 100 = 3.59$$

$$c_2 = \frac{(1 + 3.59 \times \frac{14.9}{53.57})}{(2 \times \frac{14.9}{53.57} + 3.59)} = 0.482$$

$$c_3 = 3.59 + 0.5772 \times 0.482 = 3.87$$

จะได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกจรถาวรที่มีค่ามากที่สุด ตลอด

อายุการใช้งาน คือ

$$ECL_{\max}] = 53.57 + 3.87 \times 14.9 = 111.2 \quad \text{กก./ม.}^2$$

$$\sigma_{L_{\max}} = 14.9 \times \pi \times 0.482 / \sqrt{6} = 9.2 \quad \text{กก./ม.}^2$$

ตัวอย่างที่ 2.2 การคำนวณหาหน้าหนักบรรทุกจรเพิ่มชั่วขณะที่มีค่ามากที่สุด

วิธีทำ พิจารณา อาคารเรียน โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 4.9-10 จะ ได้

$$m_R, \sigma_R = 4,2 \text{ คน} \quad \text{และ} \quad m_w, \sigma_w = 150,25 \text{ ปอนด์}$$

$$\text{ถ้า } v_E = 1 \quad \text{ครั้ง/ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{ฉะนั้น จะ ได้ } \lambda &= \sqrt{(A - 155)/6.3} \\ &= \sqrt{(100/0.093 - 155)/6.3} \\ &= 12.09 \end{aligned}$$

จากสมการที่ (2.14a) จะ ได้ค่าเฉลี่ยของหน้าหนักบรรทุกจรเพิ่มชั่วขณะแบบสมมุทธ์ คือ

$$\begin{aligned} m_e &= \lambda m_w m_R / A \\ &= 12.09 \times 150 \times 4 / 2.2 / 100 \\ &= 33.0 \quad \text{กก./ม.}^2 \end{aligned}$$

และจากสมการที่ (2.14b) จะ ได้ค่าเบี่ยงเบนของหน้าหนักบรรทุกจรเพิ่มชั่วขณะแบบสมมุทธ์ คือ

$$\begin{aligned} \sigma_e^2 &= \lambda K (m_R m_w + m_R \sigma_w + m_w \sigma_R) / A^2 \\ \sigma_e &= [12.09 \times 2.2 \times \{ 4^2 (150/2.2)^2 + 4 (25/2.2)^2 \\ &\quad + 2^2 (150/2.2)^2 \} / 100^2]^{1/2} \\ &= 15.8 \quad \text{กก./ม.}^2 \end{aligned}$$

พิจารณาในช่วงระยะเวลาที่หน้าหนักบรรทุกจรถาวรมีค่ามากที่สุดตลอดอายุการใช้งาน

จากสมการที่ (2.21) และสมการที่ (2.22) ได้

$$N = 1 \times 1 = 1 \quad \text{ครั้ง}$$

$$C_1 = (\sqrt{6/\pi}) \ln(1) = 0$$

$$C_2 = \frac{(1 + 0)}{\left(2 \times \frac{15.8}{33.0} + 0 \right)} = 1.04$$

$$C_3 = (0 + 0.5772 \times 1.04) = 0.60$$

จะ ได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของหน้าหนักบรรทุกเพิ่มชั่วขณะในช่วงระยะเวลาที่หน้าหนักบรรทุกจรถาวรมีค่ามากที่สุด คือ

$$ECL_{et}] = 33.0 + 0.6 \times 15.8 = 42.5$$

$$\sigma_{L_{et}} = 15.8 \times \pi \times 1.04 / \sqrt{6} = 21.1$$

พิจารณาในช่วงระยะเวลาอายุการใช้งานของอาคาร

จากสมการที่ (2.21) และสมการที่ (2.22) ได้

$$N = 1 \times 100 = 100 \text{ ครั้ง}$$

$$c_1 = (\sqrt{6}/\pi) \ln(100) = 3.59$$

$$c_2 = \frac{1 + 3.59 \times \frac{15.8}{33.0}}{2 \times \frac{15.8}{33.0} + 3.59} = 0.598$$

$$c_3 = (3.59 + 0.5772 \times 0.598) = 3.935$$

จะได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกเพิ่มชั่วคราวในช่วงอายุการใช้งาน

$$ECL_e] = 33.0 + 3.935 \times 15.8 = 95.2 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\sigma_{L_e} = 15.8 \times \pi \times 0.598 / \sqrt{6} = 12.1 \text{ กก./ม.}^2$$

ตัวอย่างที่ 2.3 การคำนวณผลรวมของน้ำหนักบรรทุกจร

วิธีทำ จาก ผลรวมของน้ำหนักบรรทุกจรมี 3 กรณี ซึ่งได้ผลรวมดังนี้ คือ

$$\text{กรณีที่ 1 ได้ ค่าเฉลี่ย} = 111.2+42.5 = 153.7 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = \sqrt{9.2^2+21.1^2} = 23.0 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{กรณีที่ 2 ได้ ค่าเฉลี่ย} = 95.2+53.6 = 148.8 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = \sqrt{12.1^2+14.9^2} = 19.2 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{กรณีที่ 3 ได้ ค่าเฉลี่ย} = 111.2+95.2 = 206.4 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = \sqrt{9.2^2+12.1^2} = 15.2 \text{ กก./ม.}^2$$

จากสมการที่ (2.20) จะได้ฟังก์ชันการกระจายสะสมของน้ำหนักบรรทุกจรรวม คือ

$$F_{L_t}(x) = \exp[-\exp(-\omega_1)] \exp[-\exp(-\omega_2)] (T - E(\tau))/T \\ + \exp[-\exp(-\omega_3)] E(\tau)/T$$

$$\text{และ } \omega_1 = \alpha_1(x - \beta_1)$$

$$\text{ซึ่ง } \alpha_1 = \pi/(\sqrt{6}\sigma_1)$$

$$\beta_1 = m_1 - 0.577215/\alpha_1$$

$$\text{ฉะนั้นจะได้ว่า กรณีที่ 1 ได้ } \alpha_1 = \pi/(\sqrt{6} \times 23.0) = 0.0558$$

$$\beta_1 = 153.7 - 0.577215/0.0558 = 143.36$$

$$\text{กรณีที่ 2 ได้ } \alpha_2 = \pi/(\sqrt{6} \times 19.2) = 0.0668$$

$$\beta_2 = 148.8 - 0.577215/0.0668 = 140.16$$

$$\text{กรณีที่ 3 ได้ } \alpha_3 = \pi/(\sqrt{6} \times 15.2) = 0.0844$$

$$\beta_3 = 206.4 - 0.577215/0.0844 = 199.56$$

$$\text{จะได้ } F_{L_t}(x) = \exp[-\exp(-0.0558(x-143.36))] \\ * \exp[-\exp(-0.0668(x-140.16))](100-1)/100 \\ + \exp[-\exp(-0.0844(x-199.56))] 1/100$$

และอาศัยพื้นฐานทางความน่าจะเป็น จากสมการที่ (3.9)-(3.15) จะสามารถหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักบรรทุกจรรวมได้ คือ

$$m_{L_t} = 163.3 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\sigma_{L_t} = 21.8 \text{ กก./ม.}^2$$

ตัวอย่างที่ 3.1 การวิเคราะห์หาค่าปลอดภัย โดยใช้ทฤษฎี Second-moment

วิธีทำ ให้ R คือกำลังความต้านทาน หรือความสามารถในการรับน้ำหนัก

L คือน้ำหนักบรรทุกจร

D คือน้ำหนักบรรทุกคงที่

จากตารางที่ 5.30 พิจารณาองค์อาคารรับแรงดัด กรณีที่ 1 ที่ $\rho/\rho_b = 0.4$ จะได้
 $\bar{R}/R_n = 1.28$ $\Omega_R = 0.164$ และถ้าให้ $R_n = 4000$ กก.-ม.

และจากตารางที่ 5.28 พิจารณาอาคารสถานีขนส่งจะได้

$\bar{L}/L_n = 0.986$ $\Omega_L = 0.104$ และจะได้ $L_n = 283$ กก./ม.²

และจากตารางที่ 5.29 พิจารณาน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่กระทำต่อคานในกรณีที่ 1

ถ้าให้ $D_n = 600$ กก./ม.² จะได้

$\bar{D}/D_n = 1.031$ $\delta_D = 0.04$ และ $\Delta_D = 0.071$

จากสมการ (3.57) ได้ $\Omega_D = \sqrt{0.04^2 + 0.071^2} = 0.081$

และทราบว่าลักษณะการกระจาย คือ

R เป็นการกระจายแบบปกติ

L เป็นการกระจายแบบ สุ่มขีดประเภทที่ 1

D เป็นการกระจายแบบปกติ

เนื่องจาก L มิได้เป็นการกระจายแบบปกติ จึงจำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟังก์ชันการกระจายแบบสมมูลปกติ

จากการกระจายแบบ สุ่มขีดประเภทที่ 1 จะได้

$$F_L(l) = \exp[-e^{-\alpha(1-u)}]$$

$$f_L(l) = \alpha \exp[-\alpha(1-u) - e^{-\alpha(1-u)}]$$

โดยที่ $\alpha = \pi/\sqrt{6}/\sigma_L$

$$u = \bar{L} - 0.577/\alpha$$

ฉะนั้น จะได้ $\alpha = \pi/\sqrt{6}/(0.986 \times 283 \times 0.104) = 0.044$

$$u = (.986 \times 283) - 0.577/0.044 = 265.9$$

เริ่มคำนวณหาค่า β

สมมติให้จุดวิกฤตอยู่ที่ค่าเฉลี่ย จะได้

$$r^* = \bar{R} = 1.28 \times 4000 = 5120$$

$$l^* = \bar{L} = 0.986 \times 283 = 279$$

$$d^* = \bar{D} = 1.031 \times 600 = 618.6$$

สำหรับ R ได้ $\sigma_R^N = \sigma_R = 1.28 \times 4000 \times 0.164 = 839.7$

$$\mu_R^N = \mu_R = 1.28 \times 4000 = 5120$$

สำหรับ L ได้ $F_L(l^*) = 0.570$

$$f_L(l^*) = 0.0141$$

จากสมการ (3.52) และ (3.53) จะได้

$$\begin{aligned} \sigma_L^N &= 1/\sqrt{(2\pi)} \exp[-1/2 \{\Phi^{-1}(0.570)\}^2] / 0.0141 \\ &= 27.8 \end{aligned}$$

$$\mu_L^N = 279 - 27.8(0.178) = 274.1$$

สำหรับ D ได้ $\sigma_D^N = \sigma_D = 50.1$

$$\mu_D^N = \mu_D = 618.6$$

เนื่องจาก $0.9 R_n = (1.7D_n + 2.0L_n)c$

โดยที่ c คือ ค่าที่ใช้แปลงให้เป็นหน่วยเดียวกัน

$$c = [0.9(4000)]/[1.7(600) + 2.0(283)] = 2.270$$

ให้ $g(\tilde{X}) = R - (D+L)c = 0$

จากสมการ (3.43) แปลงให้เป็นตัวแปรลด จะได้

$$g(\tilde{X}') = (R'\sigma_R + \bar{R}) - [(D'\sigma_D + \bar{D}) + (L'\sigma_L + \bar{L})]c = 0$$

หาค่า $(\partial g / \partial X'_i)$ เทียบกับ R', L', D' จะได้

$$(\partial g / \partial R') = \sigma_R$$

$$(\partial g / \partial L') = -c\sigma_L$$

$$(\partial g / \partial D') = -c\sigma_D$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ (3.47) ได้ } \beta &= (\mu_R^N - c\mu_L^N - c\mu^N) / \sqrt{(\sigma_R^2 + c^2\sigma_L^2 + c^2\sigma_D^2)} \\
 &= (5120 - 2.27(274.1) - 2.27(618.6)) / \\
 &\quad \sqrt{(839.7^2 + (2.27(2.78))^2 + (2.27(50.1))^2)} \\
 &= 3.64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ (3.49) ได้ } \alpha_L^* &= -2.27(274.1) / \sqrt{(839.7^2 + (2.27(2.78))^2 + (2.27(50.1))^2)} \\
 &= -0.732
 \end{aligned}$$

จากสมการ (3.43) และ (3.48) จะได้จุดวิบัติใหม่ของ L คือ

$$L^* = 274.1 - (-0.732 \times 3.64 \times 27.8) = 348.2$$

ทำแบบเดิมจนกว่าจะได้ค่า β ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งในที่นี้ได้ $\beta = 3.64$

สรุปเป็นขั้นตอนได้ คือ

1. สมมติจุดวิบัติ x_1^*
2. หาค่า $(\partial g / \partial x_1^*)$ และ α_1^*
3. หาค่าของจุดวิบัติใหม่
4. ทำซ้ำจนกว่าจะได้ β ที่ใกล้เคียง

ตัวอย่างที่ 3.2 การวิเคราะห์หาค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุก โดยใช้ทฤษฎี Second-moment

วิธีทำ ค่าต่าง ๆ ของ R, L, D ใช้เหมือนตัวอย่าง 3.1 ในการคำนวณ

จะทราบค่าของ β แต่ไม่ทราบค่าของ $\bar{\phi}$, \bar{v}_L , \bar{v}_D

ฉะนั้น ค่า c จึงยังไม่สามารถหาค่าได้ ให้สมมติ $c = \bar{R}/(\bar{D}+\bar{L})$

เริ่มการคำนวณ

สมมติให้จุดวิกฤตอยู่ที่ค่าเฉลี่ย จะได้

$$r^* = \bar{R} = 1.28 \times 4000 = 5120$$

$$l^* = \bar{L} = 0.986 \times 283 = 279$$

$$d^* = \bar{D} = 1.031 \times 600 = 618.6$$

$$\text{สำหรับ R ได้ } \sigma_R^N = \sigma_R = 1.28 \times 4000 \times 0.164 = 839.7$$

$$\mu_R^N = \mu_R = 1.28 \times 4000 = 5120$$

$$\text{สำหรับ L ได้ } \sigma_L^N = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left\{ \Phi^{-1}(0.570) \right\}^2 \right] / 0.0141$$

$$= 27.8$$

$$\mu_L^N = 279 - 27.8(0.178) = 274.1$$

$$\text{สำหรับ D ได้ } \sigma_D^N = \sigma_D = 50.1$$

$$\mu_D^N = \mu_D = 618.6$$

$$\text{ให้ } c = \bar{R}/(\bar{D}+\bar{L}) = 5120/(618.6+279)$$

$$= 5.704$$

หาค่า $(\partial g/\partial X_i)$ เทียบกับ R', L', D' เหมือนตัวอย่างที่ 3.1

และเนื่องจากทราบค่า β อยู่แล้ว ก็จะคำนวณหา α_i^*

$$\text{ได้ } \alpha_R^* = \frac{839.7}{\sqrt{839.7^2 + (5.704(27.8))^2 + (5.704(50.1))^2}}$$

$$= 0.932$$

$$\alpha_L^* = \frac{-5.704(27.8)}{\sqrt{839.7^2 + (5.704(27.8))^2 + (5.704(50.1))^2}}$$

$$= -0.176$$

$$\begin{aligned}\alpha_D^* &= -5.704(50.1) / \sqrt{839.7^2 + (5.704(27.8))^2 + (5.704(50.1))^2} \\ &= -0.317\end{aligned}$$

ถ้า $\beta = 3$; จะได้ค่าจุดวิบัติใหม่ คือ

$$R^* = 5120 - (0.932 \times 3 \times 839.7) = 2772.2$$

$$L^* = 274.1 - (-0.176 \times 3 \times 27.8) = 288.8$$

$$D^* = 618.6 - (-0.317 \times 3 \times 50.1) = 666.2$$

หาค่า c ใหม่ จะได้

$$c = 3943.6 / (642.5 + 346.7) = 3.987$$

ทำแบบเดิมจนกว่าจะได้ค่า c ใกล้เคียงกัน ก็จะคำนวณหาค่า $\bar{\phi}$, $\bar{\gamma}_L$, $\bar{\gamma}_D$ ได้จาก

$$\bar{\phi} = R^* / \mu_R^N$$

$$\bar{\gamma}_L = L^* / \mu_L^N$$

$$\bar{\gamma}_D = D^* / \mu_D^N$$

ซึ่งในที่นี้ จะได้ค่า $\bar{\phi} = .517$; $\bar{\gamma}_L = 1.033$; $\bar{\gamma}_D = 1.039$

สรุปเป็นขั้นตอนได้ คือ

1. สมมติจุดวิบัติ x_1^*
2. หาค่าของ c
3. หาค่า $(\partial g / \partial X_1^*)$ และ α_1^*
4. หาค่าจุดวิบัติใหม่
5. ทำซ้ำจนกว่าจะได้ค่า c ที่ใกล้เคียง
6. หาค่าตัวคูณสำหรับกำลัง และน้ำหนักได้จาก $x_1^* / \mu_{x_1}^N$

ประวัติผู้เขียน

ข้าพเจ้า นายสุชาติ ละเอียดชณะ เกิดวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2505 สำเร็จการศึกษาได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2527 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2528

