

บทที่ 4

ผลการทดลอง



ในบทนี้จะได้กล่าวถึง ผลการวัดค่าคงที่ของผลึกเหลว MBBA และ EBBA จากการวัดด้วยเครื่องตรวจคลื่นสติกตย์และแอมป์ซิทซ์ ดังนี้ :

4.1 ผลจากการวัดด้วยเครื่องตรวจคลื่นสติกตย์

ในการวัดด้วย เครื่องตรวจคลื่นสติกตย์นั้น ได้ทำการวัดค่าคงที่ของผลึกเหลวภายนอกสนามแม่เหล็ก โดยใช้ความถี่ 8.5, 9.0 และ 9.5 GHz เมื่อทำการวัด ξ และแอมเพอเอชันหลาย ๆ ครั้ง โดยแต่ละครั้งก็เปลี่ยนความหนาของผลึกเหลวจะได้ $\tan \theta$ และ ρ จากความสัมพันธ์ที่ว่า

$$\tan \theta = 2B_1 \xi$$

$$\text{และ } \rho = \frac{A - 1}{A + 1}$$

$$\text{โดย } A = \log^{-1} \frac{DB}{20}$$

ค่า $\tan \theta$ และ ρ ต่าง ๆ ที่ได้นี้แสดงในอยู่ในตารางข้างล่าง

ที่ความถี่ 8.5 จิกกะเฮิรตซ์

d (mm)	$\lambda/2$ (mm)	ξ (mm)	$\tan \theta$	DB	ρ
13.69	27.975	10.953	-0.8114	18.7	0.7919
15.07	27.988	8.531	-2.7881	15.55	0.7139
16.44	27.898	5.016	2.1182	7.9	0.4250
17.34	28.041	27.436	-0.1364	5.07	0.2838
18.54	27.999	20.450	8.0599	7.95	0.4282
20.05	28.149	16.692	0.6613	14.5	0.6830
21.01	27.953	15.852	0.4484	15.6	0.7153
22.26	23.06	14.166	0.0305	17.55	0.7659

d (mm)	$\lambda/2$ (mm)	ξ (mm)	$\tan \theta$	DB	ρ
23.174	28.62	13.55	-0.1025	17.87	0.7734
24.091	27.90	12.905	-0.2398	17.00	0.7525
24.754	28.033	11.876	-0.5202	16.00	0.7264
25.161	27.79	12.185	-0.4071	15.31	0.7070

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้จากการวัด MBPA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 8.5 GHz ที่ความถี่ 9.0 จิกกะเฮิรตซ์

d (mm)	$\lambda/2$ (mm)	ξ (mm)	$\tan \theta$	DB	ρ
13.69	24.503	8.134	-1.7671	15.72	0.7187
15.07	24.508	4.736	2.6843	10.1	0.5237
16.44	24.71	22.130	-0.7695	4.9	0.2748
17.34	24.52	18.461	-54.3816	8.6	0.4582
18.54	24.58	15.49	1.068	12.9	0.6307
20.05	24.288	14.18	0.5829	17.3	0.7599
21.01	24.49	12.62	0.0975	18	0.7769
22.26	24.37	11.88	-0.0798	17.47	0.7640
23.17	24.457	10.67	-0.4221	16.11	0.7199
24.09	24.64	9.185	-1.029	14.5	0.6830
24.75	24.56	8.448	-1.502	11.11	0.5646
25.16	24.64	7.675	-2.458	10	0.5195

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้จากการวัด MBPA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 9.0 GHz

ที่ความถี่ 9.5 จิกกะเฮิทซ์

d (mm)	$\lambda/2$ (mm)	ξ (mm)	$\tan \theta$	DB	ρ
13.69	22.042	5.202	11.3421	12.25	0.6076
15.07	22.114	21.532	- 0.1669	7.075	0.3862
16.44	22.07	15.9335	5.597	10.1	0.5237
17.34	22.05	14.012	1.141	13.07	0.6366
18.54	21.918	12.7125	0.5497	16.15	0.7304
20.05	21.984	11.074	0.0234	18.4	0.7854
21.01	21.972	10.0244	- 0.2882	17.8	0.7718
22.26	21.78	9.246	- 0.5133	15.51	0.7128
23.174	21.835	7.872	- 1.2008	12.05	0.6003
24.091	21.77	6.505	- 3.1581	8.0	0.4305
24.754	22.101	3.356	1.410	4.15	0.2345
25.161	21.867	1.951	0.6278	3.3	0.1877

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลที่ได้จากการวัด MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 9.5 GHz

เมื่อทำการวัดจนได้ข้อมูลข้างบนแล้ว ก็นำข้อมูลบางชุดออกมาหา β'_2 , β''_2 โดยวิธีที่ได้กล่าวไว้แล้ว ในหัวข้อ 3.3.1 ข้อมูลที่นำออกมาได้แก่ ข้อมูลที่มีความหนา 1.369, 1.734, 2.101 และ 2.475 เซนติเมตร สำหรับความถี่ 9.0 จิกกะเฮิทซ์ ค่า $\tan \theta$ ที่ความหนาเหล่านี้เป็น -1.7671, -54.3816, 0.0975 และ -1.502 ตามลำดับ และได้ความสัมพันธ์ระหว่าง β'_2 , β''_2 ดังตารางข้างล่าง

d=1.369 cm tan $\theta = -1.7671$		d=1.734 cm tan $\theta = -54.3816$		d=2.101 cm tan $\theta = 0.0975$		d=2.475 cm tan $\theta = -1.502$	
β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)
		1.0	0.9619	0.71	0.0570	0.90	0.0477
		1.1	0.8649	0.90	0.3416	1.00	0.2977
		1.2	0.7271	1.10	0.4130	1.30	0.5006
		1.3	0.4690	1.30	0.3709	1.70	0.5594
		1.34	0.0439	1.45	0.1557	1.90	0.3992
2.98	0.0384	2.44	0.0710	2.23	0.0377	2.03	0.0825
8.00	0.1359	2.50	0.2051	2.25	0.1830	2.90	0.0548
3.20	0.3431	2.60	0.2803	2.30	0.3101	3.00	0.1973
3.40	0.3257	2.80	0.2660	2.60	0.4845	3.10	0.2122
2.50	0.2499	2.90	0.1718	2.80	0.4042	3.20	0.1544
3.59	0.0473	2.94	0.0780	2.93	0.1156	3.25	0.0563
		4.37	0.0568	3.73	0.0295	4.25	0.0680
		4.40	0.1108	3.80	0.3205	4.30	0.1254
		4.50	0.1667	4.00	0.1792	4.40	0.1415
		4.60	0.1452	4.20	0.4552	4.50	0.0298
		4.65	0.0975	4.40	0.1063		

ตาราง 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' , β_2'' ของผลึกเหลว MBBA ที่ความถี่ 9.0 GHz โดยใช้ tan θ

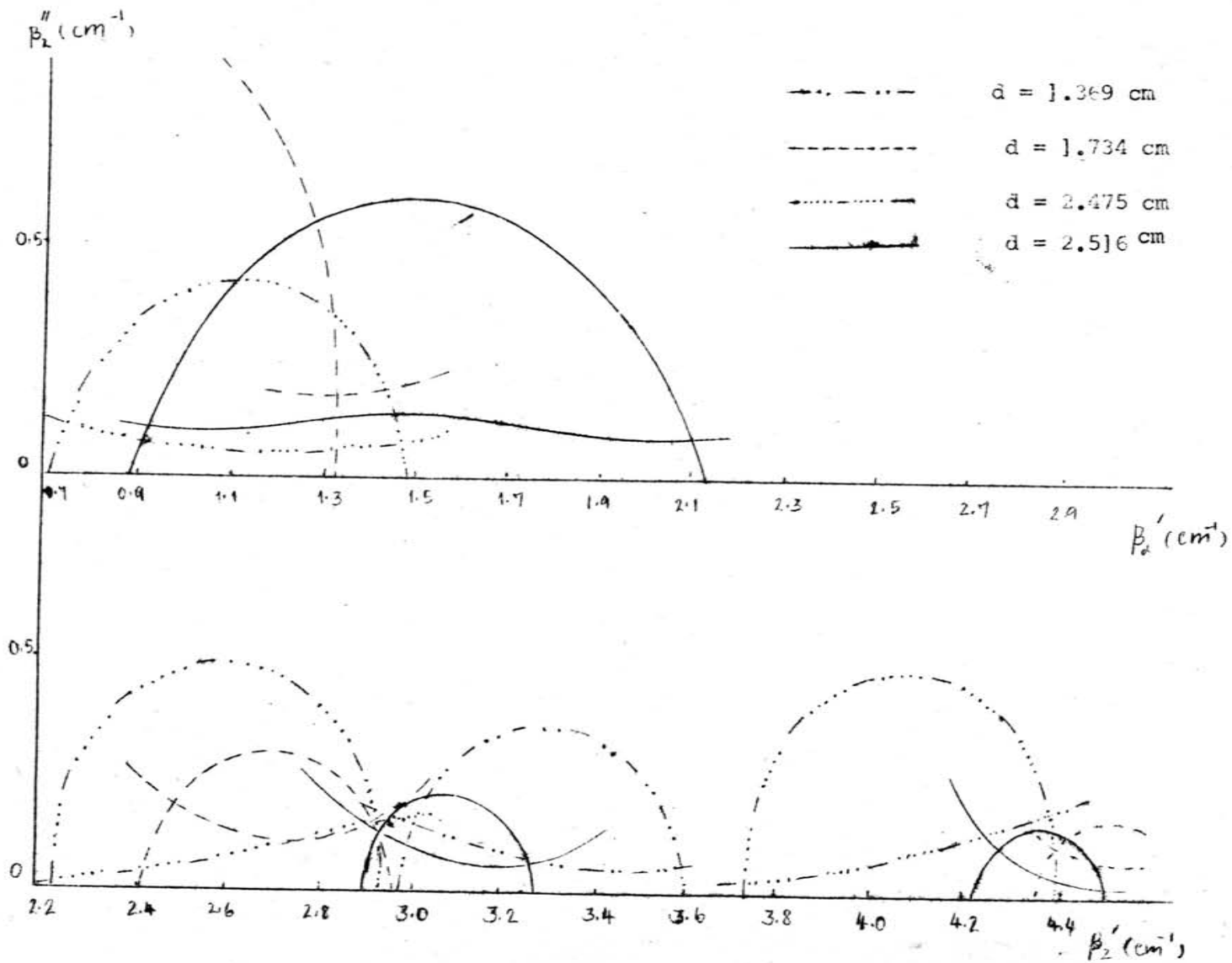
จากตาราง 4.4 เห็นได้ว่า ค่า β_2'' หายไปบางส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับความหนา 1.369 ซม. ทั้งนี้เพราะในช่วงนี้ไม่สามารถหา β_2'' ที่ทำให้ $\tan \theta$ ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับที่ได้จากการทดลอง สำหรับค่า ρ ของข้อมูลทั้งสี่นี้มีค่า 0.7187, 0.4582, 0.7769 และ 0.5646 ตามลำดับ จากค่า ρ นี้ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' , β_2'' ดังตารางข้างล่างนี้

Freq 9.0 GHz $\beta_{1-} = 1.2812 \text{ cm}^{-1}$

d=1.369cm $\rho=0.7187$		d=1.734cm $\rho=0.4582$		d=2.101cm $\rho=0.7769$		d=2.475cm $\rho=0.5646$	
$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$
		1.20	0.1859	0.70	0.1190	0.90	0.1083
		1.40	0.1833	1.00	0.0572	1.10	0.0909
		1.60	0.2438	1.30	0.0533	1.30	0.1222
2.90	0.1849	2.40	0.2621	1.50	0.0708	1.50	0.1479
3.10	0.1129	2.60	0.1306	2.20	0.0380	1.80	0.0924
3.30	0.0594	2.80	0.1039	2.40	0.0382	2.00	0.0748
3.50	0.0449	3.00	0.1907	2.60	0.0670	2.10	0.0887
3.70	0.0741	4.40	0.1099	2.80	0.1110	2.80	0.2254
		4.50	0.0637	3.00	0.1447	3.00	0.0973
		4.60	0.0714	3.70	0.0219	3.20	0.0457
		4.70	0.1414	4.00	0.0636	3.40	0.1232
				4.30	0.1792	4.10	0.4125
						4.20	0.2137
						4.30	0.0869
						4.40	0.0373
						4.50	0.0369

ตาราง 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' , β_2'' ของผลึกเหลว MBBA ที่ความถี่ 9.0 GHz โดยใช้ ρ

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 เมื่อนำไปเขียนกราฟระหว่าง β'_2 และ β''_2 จะได้ผลดังรูปที่ 4.1 โดย β''_2 เป็นแกนตั้งและ β'_2 เป็นแกนนอน และเนื่องจากเราได้เปลี่ยนค่า β'_2 ในช่วงที่ยาวจึงต้องแบ่งกราฟออกเป็น 2 ตอน ส่วนกราฟของ ρ ได้แสดงเฉพาะส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนที่ติดกับกราฟของ $\tan \theta$ เท่านั้น และสำหรับ d ค่าหนึ่ง ๆ ก็ใช้เส้นกราฟสีต่าง ๆ กันเช่น สีแดงแทน $d = 1.734$ ซม. เป็นต้น จุดตัดระหว่างเส้นกราฟของ $\tan \theta$ และของ ρ ที่ β'_2 มีค่าต่ำ ๆ เป็นไปอย่างกระจัดกระจายจึงไม่ไว้คำตอบที่แท้จริง บริเวณที่เส้นกราฟของ $\tan \theta$ และ ρ ติดกันเป็นกลุ่มมีตรงที่ β'_2 มีค่าประมาณ 3 และ 4.4 ซม.⁻¹ ตรงจุดตัดแต่ละจุดที่ β'_2 มีค่าประมาณ 3 ซม.⁻¹ นั้นให้ค่า β'_2 และ β''_2 เป็นคู่ ๆ ดังนี้ (3.1, 0.155), (2.932, 0.134), (2.93, 0.135), (2.915, 0.191) เมื่อหาค่าเฉลี่ยจะได้ β'_2 เท่ากับ 2.969 ± 0.88 ซม.⁻¹ และ β''_2 เท่ากับ 0.1538 ± 0.02 ซม.⁻¹ ส่วนจุดตัดในบริเวณที่ β'_2 มีค่าประมาณ 4.4 ซม.⁻¹ นั้นให้ค่า β'_2 และ β''_2 เป็นคู่ ๆ ดังนี้ (4.4, 0.171), (4.395, 0.113), (4.275, 0.107) เมื่อหาค่าเฉลี่ยออกมาจะได้ว่า β'_2 เท่ากับ 4.357 ± 0.06 ซม.⁻¹ และ β''_2 เท่ากับ 0.1303 ± 0.03 ซม.⁻¹ เมื่อแทน β'_2 , β''_2 ที่ได้มาทั้งสองชุดลงในสมการ (3.3.2) โดยเปลี่ยนค่า d จะได้ผลดังตาราง 4.6



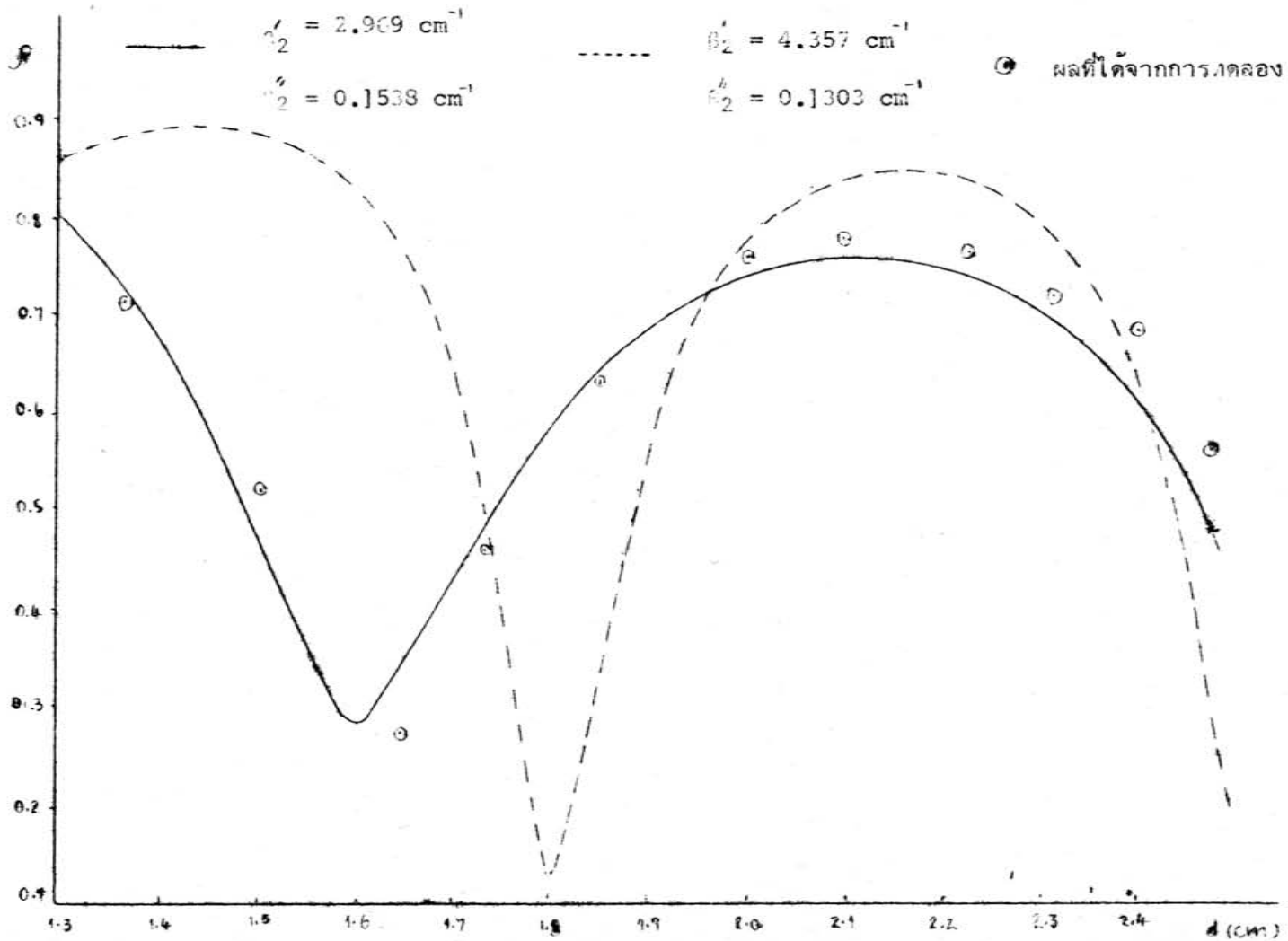
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง β_2'' , β_2' โดยใช้สมการของ $\tan \delta$ และ ρ ที่ความถี่ 9.0GHz

Freq 9.0 GHz $\beta_1 = 1.2812 \text{ cm}^{-1}$

$\beta'_2 = 2.969 \text{ cm}^{-1}$		$\beta''_2 = 0.1538$		$\beta'_2 = 4.357 \text{ cm}^{-1}$		$\beta''_2 = 0.1305 \text{ cm}^{-1}$	
d (cm)		ρ		d (cm)		ρ	
1.30	0.7976	1.30	0.8583				
1.40	0.6817	1.40	0.8936				
1.50	0.4671	1.50	0.8907				
1.60	0.2807	1.60	0.8398				
1.70	0.4209	1.70	0.6470				
1.80	0.5905	1.80	0.1266				
1.90	0.6907	1.90	0.5487				
2.00	0.7423	2.00	0.7780				
2.10	0.7612	2.10	0.8416				
2.20	0.7517	2.20	0.8476				
2.30	0.7080	2.30	0.7997				
2.40	0.6124	2.40	0.6305				
2.50	0.4376	2.50	0.1695				
2.60	0.1764	2.60	0.4181				

ตาราง 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ เมื่อเปลี่ยนค่า β'_2 , β''_2

เมื่อนำผลที่ได้จากตาราง 4.6 พร้อมกับผลการทดลองในตาราง 4.2 ไปเขียนกราฟก็จะได้ผลดังรูป 4.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่ได้จาก β'_2 เท่ากับ 2.929 ซม.^{-1} และ β''_2 เท่ากับ 0.1538 ซม.^{-1} ใกล้เคียงกับการทดลองมาก ดังนั้นค่าตอบที่ถูกต้องก็ควรจะใกล้เคียงกับค่าทั้งสองนี้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d และ rho เมื่อ β_2', β_2'' เปลี่ยนไป

Freq 8.5 GHz

$$\epsilon_1 = 1.1220 \text{ cm}^{-1}$$

d=1.369 cm, tan θ = -0.8114		d=1.734cm, tan θ = -0.1364		d=2.101cm, tan θ = 0.4484		d=2.475cm, tan θ = 0.5202	
β_2' (cm $^{-1}$)	β_2'' (cm $^{-1}$)	β_2' (cm $^{-1}$)	β_2'' (cm $^{-1}$)	β_2' (cm $^{-1}$)	β_2'' (cm $^{-1}$)	β_2' (cm $^{-1}$)	β_2'' (cm $^{-1}$)
2.83	0.0513	2.735	0.1226	2.20	0.0935	2.76	0.0556
2.90	0.2816	2.740	0.2195	2.30	0.2764	2.80	0.1994
3.00	0.3891	2.750	0.3186	2.50	0.3405	3.00	0.3175
3.20	0.4346	2.800	0.5232	2.60	0.3077	3.10	0.2675
3.40	0.3273	2.900	0.6942	2.70	0.2125	3.20	0.0789
3.50	0.1580	3.100	0.8522	2.75	0.0913		
3.52	0.0725	3.200	0.8930				

ตารางที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' และ β_2'' ของผลึกเหลว MBBA ที่ความถี่ 8.5 GHz โดยใช้ tan θ

Freq 8.5 GHz $\beta_1 = 1.1220 \text{ cm}^{-1}$

d= 1.369 cm $\rho = 0.7919$		d= 1.734 cm $\rho = 0.2838$		d=2.101 cm^{-1} $\rho = 0.7153$		d= 2.475 cm $\rho = 0.7264$	
$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$
2.60	0.1969	2.60	0.2062	2.20	0.0422	2.70	0.1515
2.80	0.1664	2.70	0.1386	2.40	0.0484	2.90	0.0906
3.00	0.1108	2.80	0.1439	2.60	0.0981	3.10	0.0296
3.20	0.0571	2.90	0.2387	2.80	0.1724	3.30	0.0370
3.40	0.0292						
3.60	0.0363						

ตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' และ β_2'' ของผลึกเหลว MBDA ที่ความถี่ 8.5 GHz โดยใช้ ρ

Freq 9.5 GHz $\beta_1 = 1.4272 \text{ cm}^{-1}$

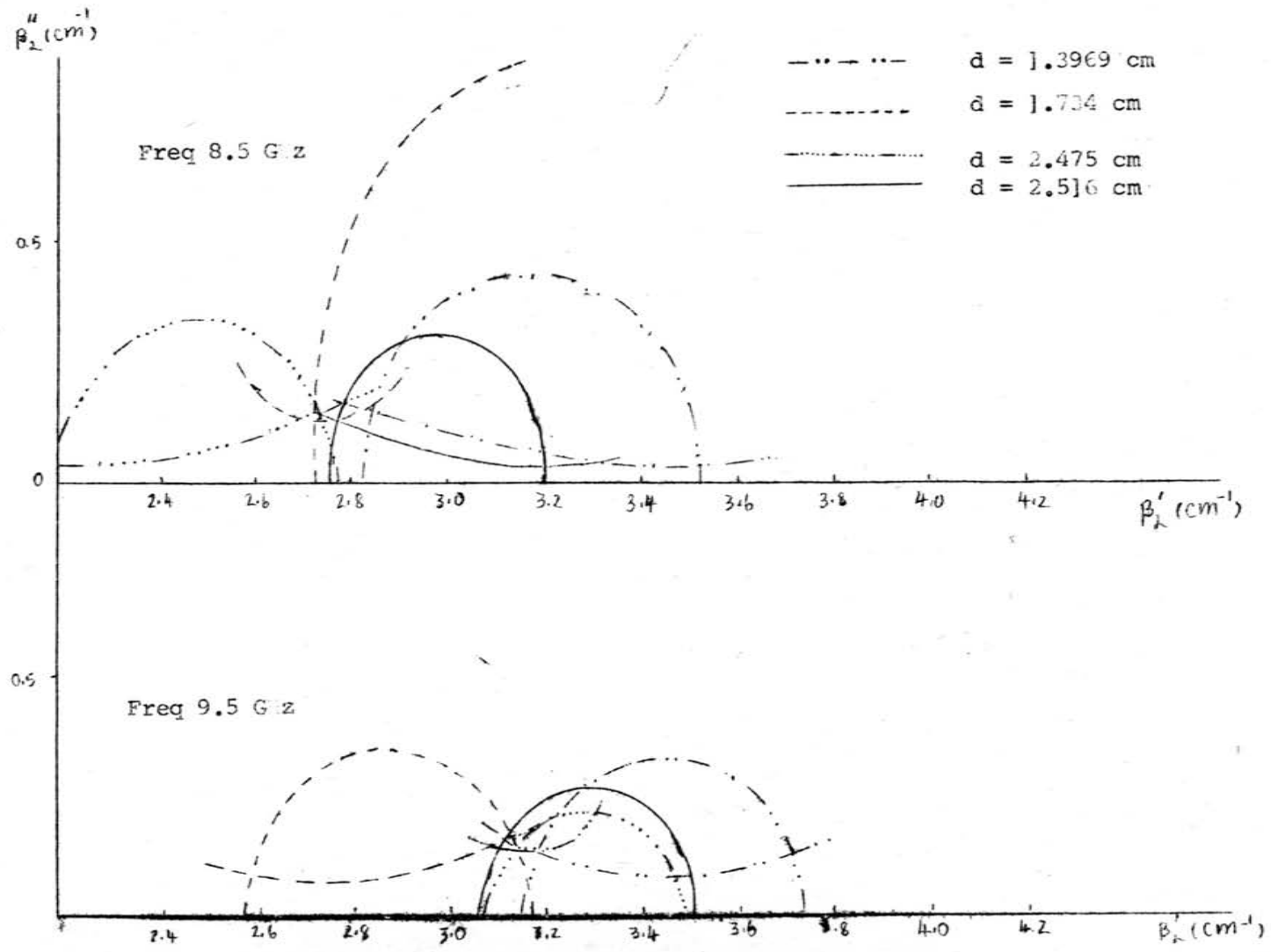
d=1.369cm tan $\theta=11.3421$		d=1.734cm tan $\theta=1.141$		d=2.475 cm tan $\theta= 1.1404$		d=2.516cm tan $\theta =0.6278$	
$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$
3.16	0.0506	2.58	0.0636	3.10	0.0729	3.07	0.0352
3.20	0.1714	2.60	0.1429	3.20	0.2006	3.10	0.1422
3.40	0.3144	2.80	0.3339	3.40	0.1690	3.20	0.2445
3.60	0.2648	3.00	0.3062	3.45	0.0972	3.40	0.2234
3.70	0.1434	3.10	0.2163			3.50	0.0407
3.73	0.0338	3.16	0.0768				

ตารางที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' และ β_2'' ของพอลิเอทิลีน MBBA ที่ความถี่ 9.5 GHz โดยใช้ tan θ

Freq 9.5 GHz $\beta_1 = 1.4272 \text{ cm}^{-1}$

d=1.369 cm $\rho = 0.6076$		d=1.734 cm $\rho = 0.6366$		d=2.475 cm $\rho = 0.2345$		d=2.516 cm $\rho = 0.1877$	
$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2' (\text{cm}^{-1})$	$\beta_2'' (\text{cm}^{-1})$
3.10	0.1716	2.60	0.0815	3.10	0.1547	3.05	0.1892
3.30	0.0956	2.80	0.0673	3.20	0.1145	3.10	0.1360
3.50	0.0739	3.00	0.1019	3.30	0.2264	3.15	0.1298
3.80	0.1545	3.20	0.1814			3.20	0.1565

ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' และ β_2'' ของผลึกเหลว MBBA ที่ความถี่ 9.5 GHz โดยใช้ ρ



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง β_2', β_2'' โดยใช้สมการของ $\tan \theta$ และ ρ ที่ความถี่ 8.5GHz และ 9.5GHz

จากตารางที่ 4.7 ถึง 4.10 เมื่อนำไปเขียนกราฟก็จะได้ดังรูปที่ 4.3 สำหรับความถี่ 8.5 จิกกะเฮิรตซ์ จุดตัดระหว่างเส้นกราฟที่ได้จาก $\tan \theta$ และ ρ ให้ค่า β_2' , β_2'' เป็น (ชม.)⁻¹ ดังนี้ (2.855, 0.155), (2.735, 0.13), (2.731, 0.142), (2.773, 0.128) เมื่อหาค่าเฉลี่ยออกมาแล้วก็จะได้ β_2' เท่ากับ 2.769 ± 0.04 (ชม.)⁻¹ และ β_2'' เท่ากับ 0.1389 ± 0.01 (ชม.)⁻¹ สำหรับความถี่ 9.5 จิกกะเฮิรตซ์ เส้นกราฟทั้งสองชุดตัดกันที่ β_2', β_2'' มีค่า (3.183, 0.131), (3.134, 0.151), (3.128, 0.131), (3.097, 0.133) เมื่อหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ β_2' เท่ากับ 3.136 ± 0.03 (ชม.)⁻¹ และ β_2'' เท่ากับ 0.1378 ± 0.008 (ชม.)⁻¹

จาก β_2' , β_2'' ของความถี่ทั้งสามในผลึกเหลว MBBA เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ (2.5.13) ก็จะได้ค่าคงที่ฉนวนออกมา ดังนี้

Freq. (GHz)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)	Dielectric Const.
8.5	2.769	0.1389	3.009
9.0	2.929	0.1538	2.939
9.5	3.136	0.1378	2.956

ตารางที่ 4.11 ผลการวัดค่าคงที่ฉนวนของผลึกเหลว MBBA ที่ความถี่ต่าง ๆ โดยใช้เครื่องตรวจคลื่นสติกติย์

4.2 ผลการวัดด้วยแมจิกที ในการวัดด้วยแมจิกทีได้ทำการวัดค่าคงที่ฉนวนของผลึกเหลวทั้งแบบ MBBA และ EBBA ที่ความถี่ 8.5, 9.5, 10.5 และ 11.5 จิกกะเฮิรตซ์ โดยวัดผลึกเหลวทั้งสอง แบบด้วยกัน คือ

วัดภายนอกสนามแม่เหล็ก

วัดภายในสนามแม่เหล็กโดยทิศของสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า

วัดภายในสนามแม่เหล็กโดยทิศของสนามแม่เหล็กขนานกับสนามไฟฟ้า

4.2.1 ผลการวัดผลึกเหลวแบบ MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็ก เมื่อใส่ผลึกเหลว
ลงในท่อสั้น โดยจัดเครื่องมือดังรูป 3.12 แล้วเปลี่ยนความหนาของสารตัวอย่าง และแต่ละ
ความหนาคำนวณค่า ρ โดยใช้ความสัมพันธ์

$$\rho = (\log DB/10)^{-1}$$

ทำให้ได้ผลดังนี้

Freq. 8.5 GHz			Freq. 9.5 GHz			Freq. 10.5 GHz			Freq. 11.5 GHz		
d (cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ
0.738	1.195	0.7595	1.017	0.767	0.8381	0.738	0.738	0.8437	1.017	1.068	0.7820
0.896	0.712	0.8488	1.069	0.800	0.8313	0.8956	0.699	0.8513	1.069	1.336	0.7352
1.017	0.600	0.8710	1.148	0.977	0.7985	1.069	1.040	0.7870	1.209	3.650	0.4315
1.069	0.563	0.8784	1.209	1.223	0.7546	1.148	1.598	0.6921	1.280	2.630	0.5456
1.148	0.549	0.8813	1.280	1.650	0.6839	1.209	2.280	0.5916	1.329	2.050	0.6237
1.209	0.592	0.8726	1.329	2.080	0.6194	1.280	3.530	0.4436	1.470	1.261	0.7480
1.280	0.729	0.8455	1.470	4.204	0.3798	1.329	3.950	0.4027	1.523	1.230	0.7700
1.329	0.775	0.8360	1.523	3.450	0.4519	1.470	1.670	0.6808			
1.402	0.942	0.8050				1.523	1.560	0.6982			
1.470	1.370	0.7295									
1.523	2.600	0.5495									

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการวัด MBSA ภายนอกสนามแม่เหล็กด้วยแมจิกที่ ที่ความถี่ต่าง ๆ

เพื่อนำข้อมูลที่ได้นี้เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามวิธีการในหัวข้อ 3.3 และ 3.4 ก็ทำให้ได้ β_2' และ β_2'' ดังนี้

Freq (GHz)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)
8.5	2.8387	0.1429
9.5	3.2875	0.1460
10.5	3.6215	0.1588
11.5	3.9496	0.1534

ตารางที่ 4.13 ค่า β_2' , β_2'' ของคลื่นไมโครเวฟใน MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ ความถี่ต่าง ๆ

ตารางข้างล่างเป็นตัวอย่างในการคำนวณหา β_2' , β_2'' ที่ให้ค่า SD น้อยที่สุดที่ความถี่ 11.5 GHz

β_2' (cm ⁻¹) / β_2'' (cm ⁻¹)	3.939	3.9496	3.959	3.969
0.143	0.0044	0.0048	0.0053	0.0061
0.1534	0.0023	0.0022	0.0023	0.0027
0.163	0.0046	0.0041	0.0038	0.0037
0.173	0.0109	0.0099	0.0092	0.0087

ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง β_2' , β_2'' และ SD ของ MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็ก ที่ความถี่ 11.5 GHz

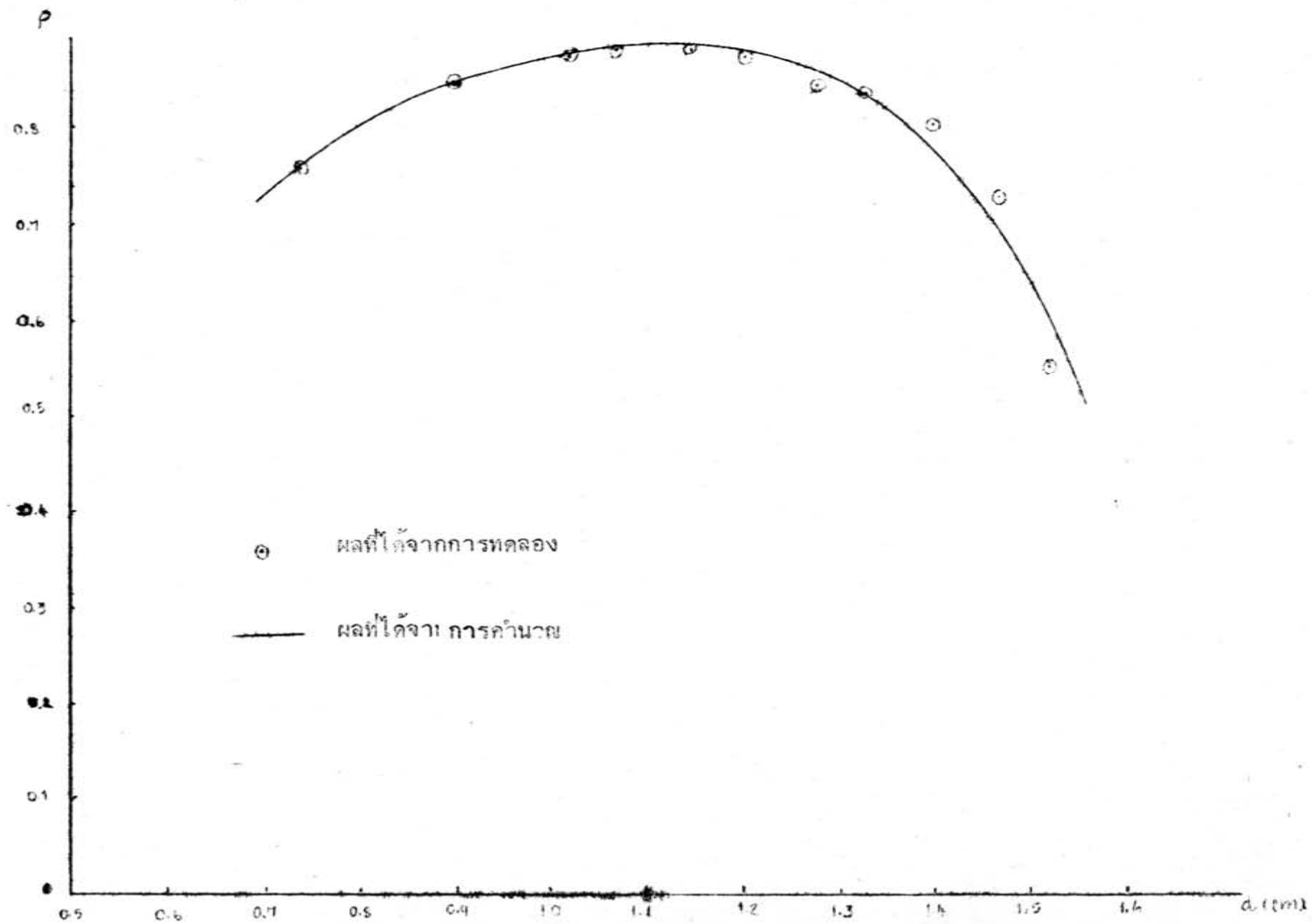
จากตารางข้างบนจะเห็นได้ว่า ค่า β_2' และ β_2'' ที่ให้ค่า SD น้อยที่สุด คือ 3.9496 ซม.^{-1} และ 0.1534 ซม.^{-1} ตามลำดับ ซึ่งก็ตรงกับผลที่ได้ในตารางที่ 4.13

จากนี้ก็นำ β_2' และ β_2'' ที่ได้ไปแทนค่าในสมการ (3.3.2) โดยเปลี่ยนค่า d ก็จะได้ผลดังนี้

Freq.(GHz)	8.5	9.5	10.5	11.5
	ρ	ρ	ρ	ρ
0.7	0.7273	0.8215	0.8470	0.8746
0.8	0.8065	0.8637	0.8732	0.8854
0.9	0.8520	0.8830	0.8770	0.8693
1.0	0.8754	0.8839	0.8536	0.8047
1.1	0.8836	0.8621	0.7792	0.6433
1.2	0.8767	0.7981	0.6059	0.4653
1.3	0.8483	0.6478	0.4003	0.5666
1.4	0.7803	0.4045	0.4951	0.7014
1.5	0.6345	0.4033	0.6525	0.7632
1.6	0.3820	0.5917	0.7379	0.7860

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง ρ และ d ของ MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลอง และในตารางที่ 4.15 ไปเขียนกราฟ โดยเลือกทำเฉพาะความถี่ 8.5 GHz ก็จะได้รูป 2.4 ซึ่งจะเห็นว่าเส้นกราฟที่ได้ ใกล้เคียงกับผลการทดลอง และจากค่า β_2' , β_2'' ที่ได้ และสมการ (2.3.13), (2.3.14) ทำให้ได้ค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกสอส ดังตารางที่ 4.16



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง P และ d ของ MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ 8.5Ghz เมื่อ $\beta_2' = 2.8387 \text{ cm}^{-1}$
 $\beta_2'' = 0.1429 \text{ cm}^{-1}$ เทียบกับผลการทดลอง

Freq (GHz)	K	loss
8.5	3.132	0.082
9.5	3.202	0.076
10.5	3.097	0.0767
11.5	3.011	0.0694

ตารางที่ 4.16 ค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกของ MBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่
ความถี่ต่างๆ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจะได้ว่า

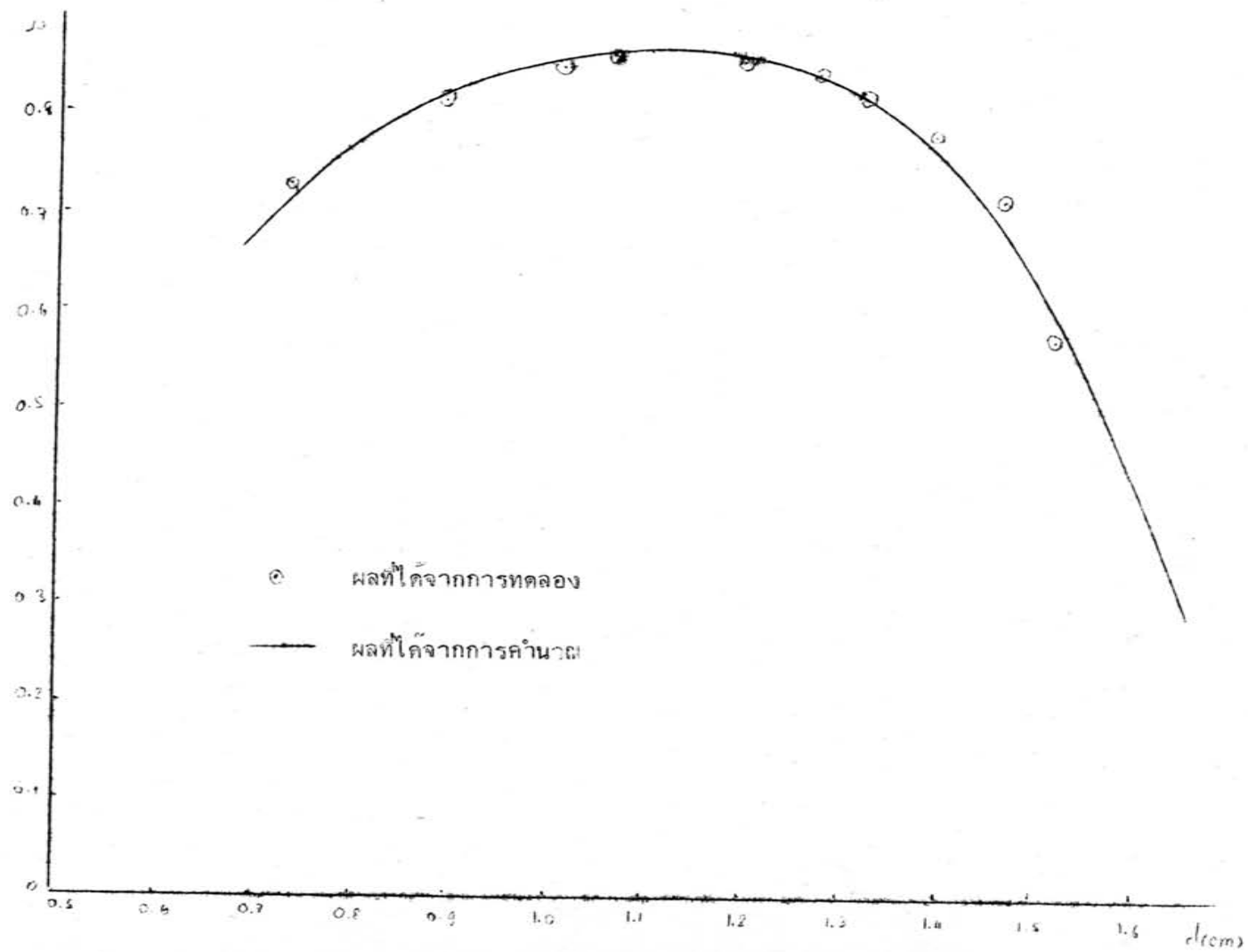
$$K_c = 3.065 \pm 0.051$$

$$\tan \delta_c = 0.082 \pm 0.011$$

4.2.2 ผลการวัดผลึกเหลว MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ผลการ
วัดเมื่อเปลี่ยนความหนาของผลึกเหลวเป็นดังนี้

Freq 3.5 GHz			Freq 9.5 GHz			Freq 10.5 GHz			Freq 11.5 GHz		
d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ
0.738	1.395	0.7253	0.738	1.137	0.7697	1.017	0.919	0.7093	0.900	0.615	0.8680
0.896	0.366	0.8192	1.069	0.862	0.8200	1.069	1.088	0.7791	1.017	1.255	0.7490
1.017	0.698	0.3515	1.148	1.073	0.7811	1.148	1.692	0.6773	1.148	3.120	0.4875
1.062	0.638	0.8634	1.209	1.267	0.7470	1.209	2.350	0.5821	1.290	3.940	0.4036
1.148	0.705	0.8443	1.280	1.708	0.6748	1.280	3.710	0.4256	1.280	3.180	0.4808
1.209	0.659	0.8592	1.329	2.100	0.6166	1.402	3.790	0.4178	1.329	2.580	0.5521
1.280	0.728	0.8457	1.402	3.180	0.4808	1.470	2.830	0.5212	1.402	1.750	0.6683
1.329	0.636	0.8249	1.523	4.650	0.3428	1.523	1.860	0.6516			
1.402	1.071	0.7814									
1.470	1.428	0.7198									
1.523	2.440	0.5702									

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลการวัด MBSA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กด้วยแมจิกที ที่ความถี่ต่าง ๆ



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ MBEA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่ 8.5 GHz
 เมื่อ $\beta_2' = 2.7977 \text{ cm}^{-1}$, $\beta_2'' = 0.1621 \text{ cm}^{-1}$ เทียบกับผลการทดลอง

จากข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ เมื่อนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็จะได้ β_2' , β_2'' ดังนี้

Freq (GHz)	β_2' (cm^{-1})	β_2'' (cm^{-1})
8.5	2.7977	0.1621
9.5	3.1957	0.1707
10.5	3.5793	0.1803
11.5	3.9438	0.1783

ตารางที่ 4.18 ค่า β_2' , β_2'' ของคลื่นไมโครเวฟใน MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับ
สนามแม่เหล็กที่มีความถี่ต่าง ๆ

จาก β_2' , β_2'' ที่ได้นำไปแทนในสมการ (3.3.2) จะได้ผลดังนี้

Freq (GHz)	8.5	9.5	10.5	11.5
	ρ	ρ	ρ	ρ
d (cm)				
0.7	0.6822	0.7743	0.8215	0.8554*
0.8	0.7715	0.8278	0.8528	0.8680
0.9	0.8252	0.8549	0.8596	0.8503
1.0	0.8539	0.8616	0.8379	0.7791
1.1	0.8654	0.8457	0.7660	0.6042
1.2	0.8608	0.7935	0.5988	0.4069
1.3	0.8349	0.6714	0.3667	0.5132
1.4	0.7720	0.4442	0.4155	0.6611
1.5	0.6397	0.2849	0.5892	0.7358
1.6	0.4027	0.4517	0.6923	0.7565
1.7	0.1954	0.6110	0.7377	0.7276

ตารางที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนาม
แม่เหล็กที่มีความถี่ต่าง ๆ

เมื่อนำผลการทดลอง และในตารางที่ 4.19 ไปเขียนกราฟเฉพาะที่ความถี่ 8.5 GHz จะได้ดังรูป 4.5 ก็จะทำให้เห็นว่าผลที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกับผลการทดลองมาก จากค่า β_2' , β_2'' ที่ได้และจากสมการ(2.5.13), (2.5.14) ทำให้ได้ค่าคงที่ฉนวน และ โดอีเลคตริกกลอส ดังนี้

Freq (GHz)	κ	loss
8.5	3.0574	0.094
9.5	3.0494	0.0904
10.5	3.0329	0.088
11.5	3.0012	0.081

ตารางที่ 4.20 ค่าคงที่ฉนวนและโดอีเลคตริกกลอส ของ MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับ สนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจะได้

$$\overline{\kappa_{\perp}} = 3.035 \pm 0.021$$

$$\overline{\tan \delta_{\perp}} = 0.088 \pm 0.005$$

4.2.3 ผลการวัดผลึกเหลว MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็ก ผลการทดลองเป็นดังนี้

Freq 8.5 GHz			Freq 9.5 GHz			Freq 10.5 GHz			Freq 11.5 GHz		
d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ
0.751	0.382	0.9158	0.927	0.379	0.9164	0.751	0.312	0.9307	1.002	0.844	0.8234
0.854	0.311	0.9309	1.002	0.374	0.9175	0.927	0.392	0.9137	1.088	0.813	0.6982
0.927	0.255	0.9430	1.088	0.482	0.8950	1.002	0.468	0.8978	1.251	1.135	0.770
1.002	0.247	0.9447	1.183	0.703	0.8506	1.088	0.813	0.8293	1.335	0.762	0.8391
1.183	0.283	0.9369	1.251	1.032	0.7885	1.183	1.458	0.7145	1.402	0.636	0.8638
1.251	0.314	0.9303	1.335	1.800	0.6607	1.335	1.450	0.7161	1.470	0.573	0.7764
1.335	0.529	0.8853	1.470	1.710	0.6745	1.402	1.050	0.7780	1.523	0.578	0.8754
1.470	1.340	0.7345	1.523	1.170	0.7638	1.470	1.090	0.8272			
1.523	2.320	0.5861				1.523	0.824	0.8554			
							0.658				

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลการวัด MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กด้วยแมจิกที ที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะได้ β_2' , β_2'' ดังนี้

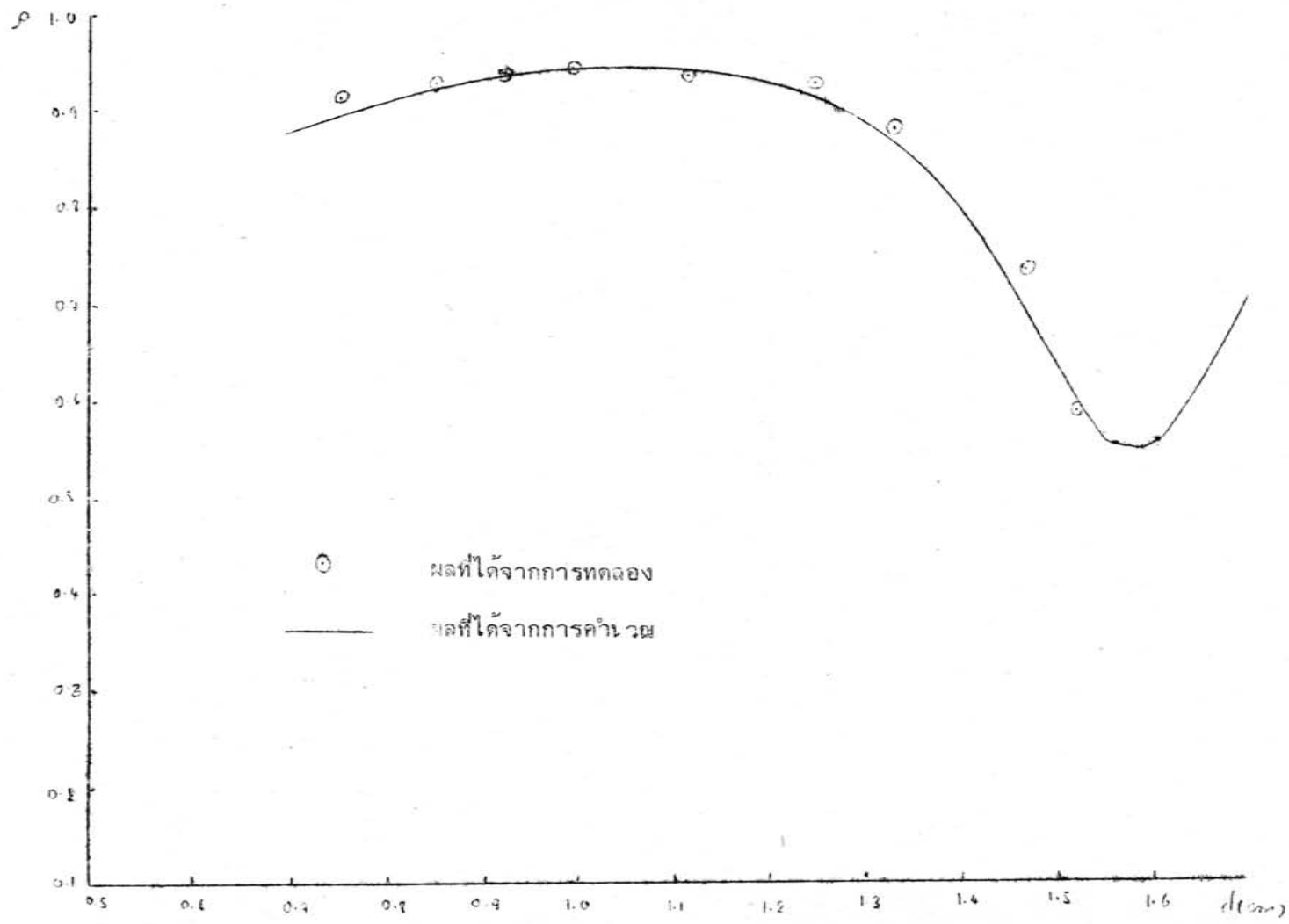
Freq (GHz)	β_2' (cm^{-1})	β_2'' (cm^{-1})
8.5	3.0055	0.0708
9.5	3.4281	0.0775
10.5	3.8027	0.0840
11.5	4.1938	0.0890

ตารางที่ 4.22 ค่า β_2' , β_2'' ของคลื่นไมโครเวฟใน MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อนำ β_2' , β_2'' ไปแทนค่าในสมการ (3.3.2) โดยเปลี่ยนค่า d ก็จะได้ผลดังนี้

Freq 8.5GHz d(cm)	8.5	9.5	10.5	11.5
	ρ	ρ	ρ	ρ
0.7	0.8847	0.9162	0.9289	0.9372
0.8	0.9206	0.9355	0.9389	0.9369
0.9	0.9384	0.9424	0.9352	0.9136
1.0	0.9459	0.9384	0.9101	0.8344
1.1	0.9455	0.9170	0.8334	0.6735
1.2	0.9348	0.8553	0.6708	0.6996
1.3	0.9042	0.7060	0.6553	0.8141
1.4	0.8257	0.5941	0.7818	0.8677
1.5	0.6510	0.7219	0.8518	0.8823
1.6	0.5511	0.8237	0.8793	0.8648

ตารางที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง d กับ ρ ของ MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d กับ ρ ของ MBEA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 8.5 GHz
 เมื่อ $\beta_2' = 3.0055 \text{ cm}^{-1}$, $\beta_2'' = 0.0703 \text{ cm}^{-1}$ เทียบกับผลการทดลอง

จากการนำผลที่ได้จากการทดลอง และในตาราง 4.23 ไปเขียนกราฟระหว่าง ρ กับ d เฉพาะที่ 8.5 GHz ก็จะได้ผลดังรูป 4.6 ซึ่งจะเห็นว่าเส้นกราฟที่ได้ใกล้เคียงกับผลการทดลอง จาก β'_2 , β''_2 ที่ได้และสมการ (2.5.13), (2.5.14) ทำให้ได้ค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกลอสม ดังนี้

Freg (GHz)	ϵ''	loss
8.5	3.445	0.039
9.5	3.444	0.042
10.5	3.379	0.039
11.5	3.3560	0.038

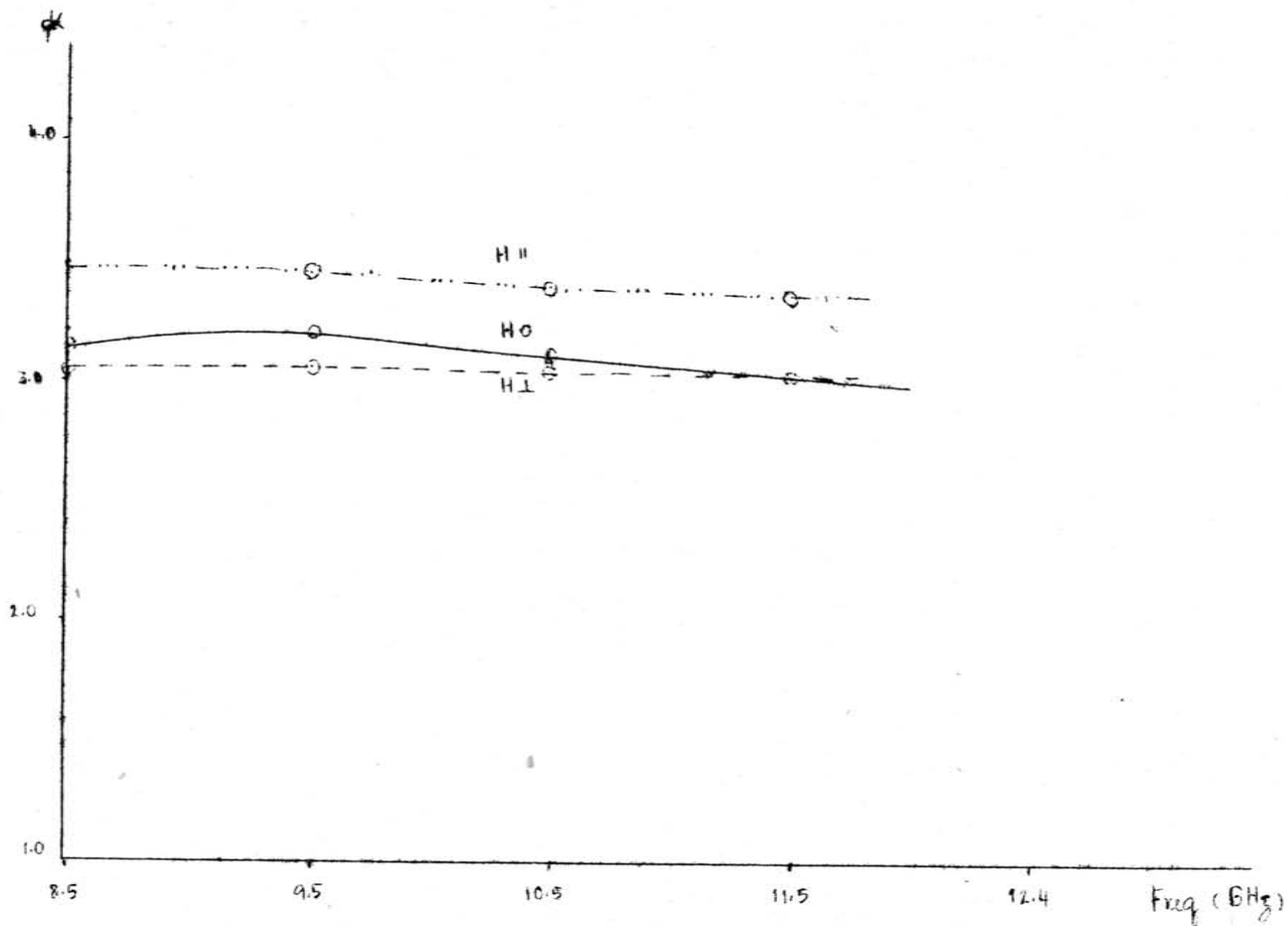
ตารางที่ 4.24 ค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกลอสม ของ MBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจะได้

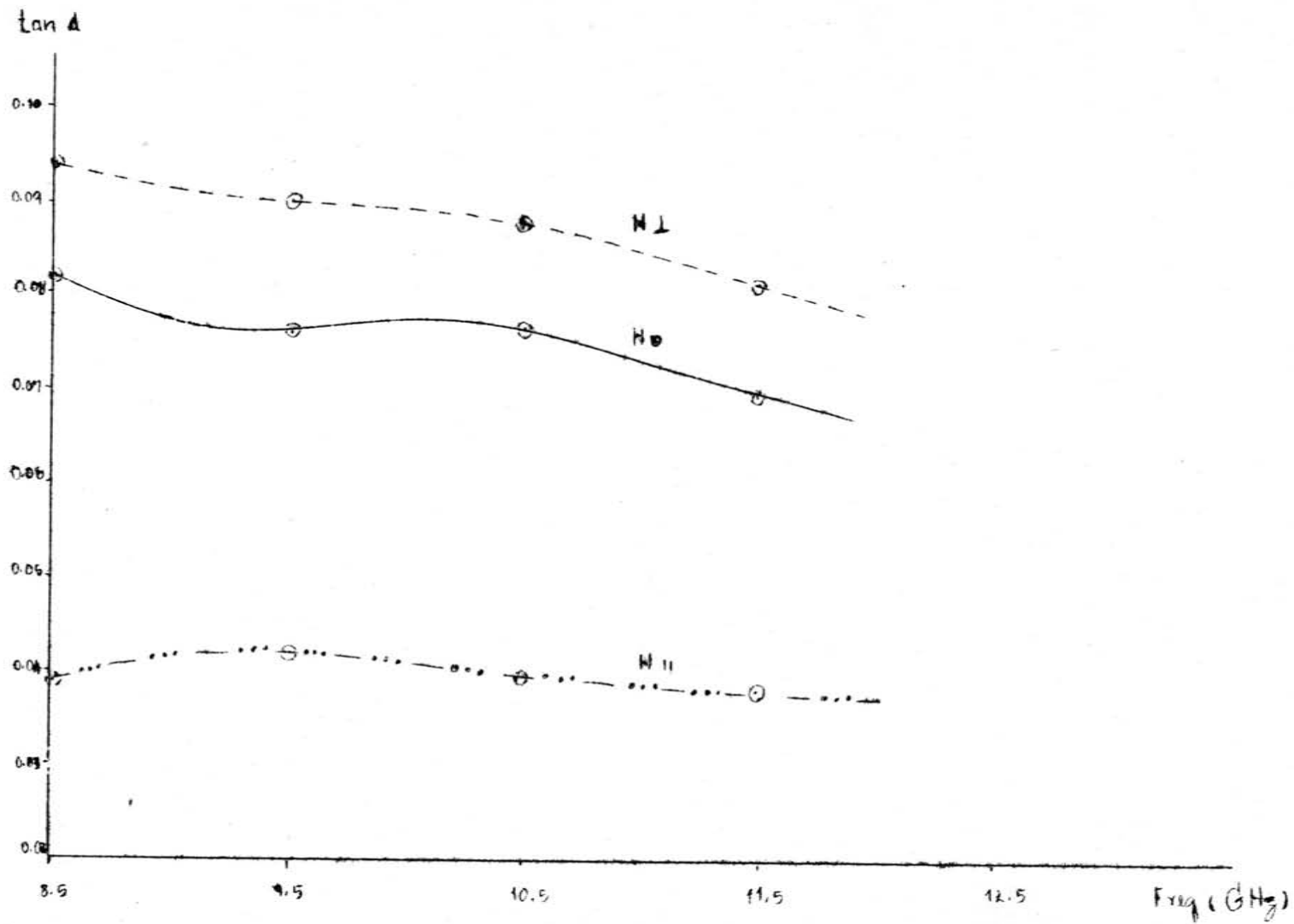
$$K_{\parallel} = 3.406 \pm 0.039$$

$$\overline{\tan \delta_{\parallel}} = 0.039 \pm 0.002$$

กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกลอสมของ MBBA กับความถี่ต่างๆเมื่อ MBBA อยู่ภายนอกและภายในสนามแม่เหล็กได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ



รูปที่ 41.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ฉนวนของ MBBA กับความถี่ต่างๆ



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของ MBEA กับความถี่ต่างๆ

4.2.4 ผลการวัดผลึกเหลว EBBA ภายนอกสนามแม่เหล็ก มีผลการทดลองดังนี้

Freg 8.5 GHz			Freg 9.5 GHz			Freg 10.5 GHz			Freg 11.5 GHz		
d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ	d(cm)	DB	ρ
1.013	0.872	0.8181	1.013	0.862	0.8200	1.013	0.873	0.8179	1.212	2.480	0.5649
1.212	0.722	0.8468	1.104	0.871	0.8183	1.104	1.060	0.7834	1.302	4.010	0.3972
1.412	0.868	0.8188	1.412	1.950	0.6383	1.212	1.527	0.7036	1.522	1.970	0.6353
1.522	1.238	0.7520	1.522	3.550	0.4416	1.302	2.305	0.5882	1.597	1.710	0.6745
1.600	1.705	0.6753	1.600	5.320	0.2938	1.412	4.320	0.3698	1.803	1.520	0.7047
1.723	3.610	0.4355	1.723	4.360	0.3664	1.523	3.950	0.4027	1.894	1.970	0.6353
1.803	5.770	0.2649	1.803	3.130	0.4864	1.600	2.830	0.5212	2.001	3.060	0.4943
1.894	6.870	0.2056	1.894	2.210	0.6012	1.723	1.830	0.6561			
2.001	4.240	0.3767	2.001	1.730	0.6714	1.803	1.740	0.6699			
2.072	3.170	0.4819	2.072	1.582	0.6947	1.894	1.631	0.6870			
						2.001	1.722	0.6727			

ตารางที่ 4.25 ข้อมูลการวัด EBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กด้วยแมจิกที่ ที่ความถี่ต่าง ๆ

จากข้อมูลที่ได้นำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จะทำให้ได้ β_2' , β_2'' ดังนี้

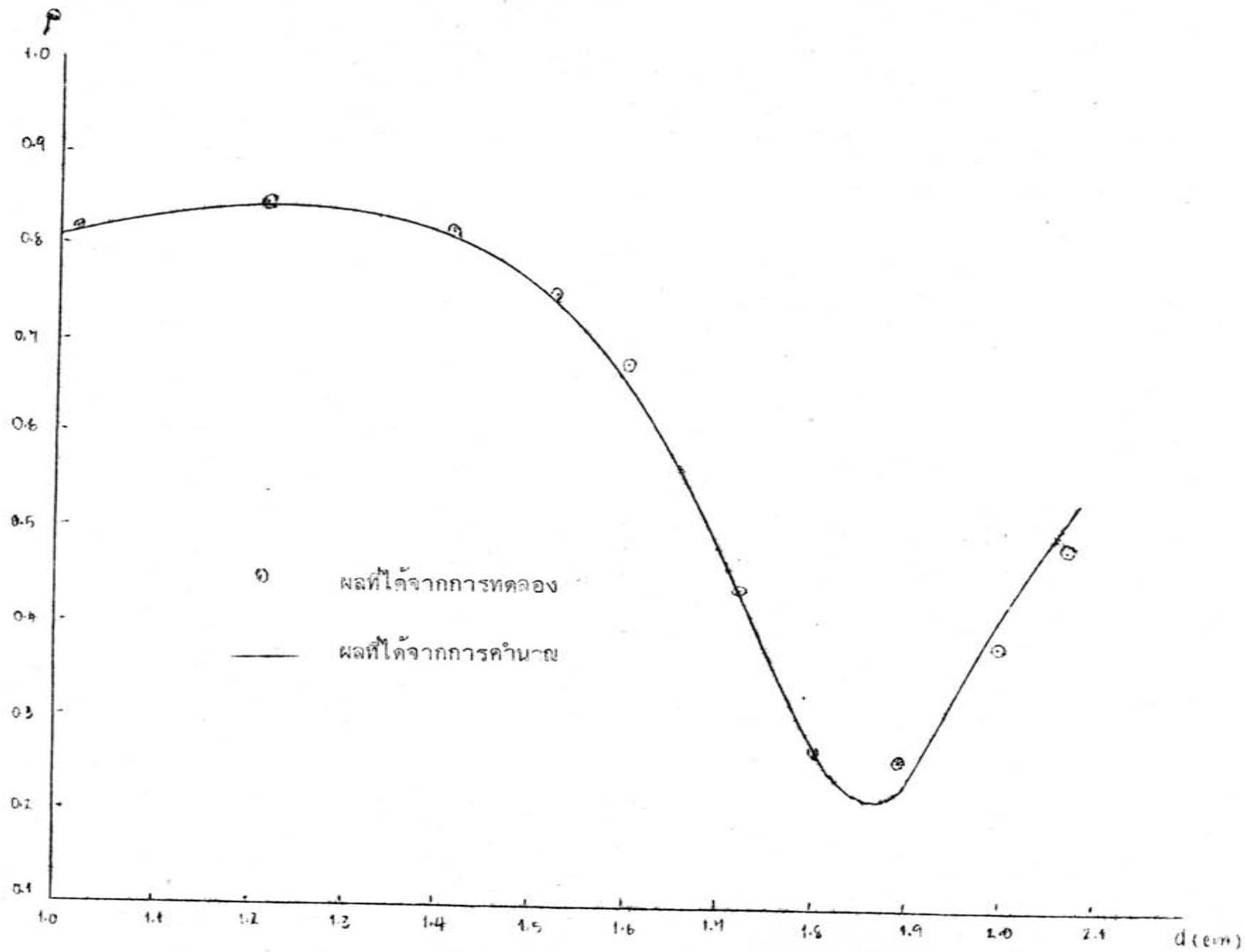
Freq (GHz)	β_2' (cm^{-1})	β_2'' (cm^{-1})
8.5	2.5621	0.1609
9.5	2.9242	0.1762
10.5	3.3020	0.1824
11.5	3.6410	0.1807

ตารางที่ 4.26 ค่า β_2' , β_2'' ของคลื่นไมโครเวฟใน EBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

จากค่า β_2' , β_2'' ที่ได้นำไปแทนค่าในสมการ (3.32) โดยเปลี่ยนค่า d จะได้ผลดังนี้

Freq (GHz)	8.5	9.5	10.5	11.5
	ρ	ρ	ρ	ρ
d (cm)				
1.00	0.8056	0.8276	0.8335	0.8151
1.20	0.8318	0.8323	0.8050	0.7320
1.20	0.8429	0.8156	0.7283	0.5644
1.30	0.8393	0.7664	0.5740	0.4022
1.40	0.8169	0.6628	0.3751	0.4710
1.50	0.7653	0.4828	0.3675	0.6032
1.60	0.6647	0.2898	0.5134	0.6842
1.70	0.4915	0.3286	0.6245	0.7169
1.80	0.2672	0.4853	0.6847	0.7067
1.90	0.2318	0.5997	0.7048	0.6441
2.00	0.4075	0.6661	0.6871	0.5041
2.10	0.5499	0.6966	0.6222	0.2866
2.20	0.6396	0.6968	0.4899	0.2015

ตารางที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง ρ และ d ของ EBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ EBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 8.5GHz
 เมื่อ $\beta_2 = 2.5621 \text{ cm}^{-1}$, $\beta_2 = 2.5621 \text{ cm}^{-1}$ เทียบกับผลการทดลอง

เมื่อนำผลการทดลองและผลจากตารางที่ 4.27 ไปเขียนกราฟเฉพาะที่ 8.5 GHz จะได้ผลดังรูป 4.9 ซึ่งเส้นกราฟใกล้เคียงกับการทดลอง จาก β_2' , β_2'' ที่ได้ทำให้คำนวณค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกกลอส ดังนี้

Freq	K	loss
8.5	2.6590	0.098
9.5	2.6292	0.099
10.5	2.6382	0.094
11.5	2.6052	0.087

ตารางที่ 4.28 ค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกกลอส ของ EBBA ภายนอกสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจะได้ว่า

$$\begin{aligned} \overline{K_0} &= 2.633 \pm 0.019 \\ \overline{\tan \delta_0} &= 0.095 \pm 0.005 \end{aligned}$$

4.2.5 ผลการวัดผลึกเหลว EDBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ได้ผลการทดลองดังนี้

Freq 8.5 GHz			Freq 9.5 GHz			Freq 10.5 GHz			Freq 11.5 GHz		
d (cm)	DB	ρ	d (cm)	DB	ρ	d (cm)	DB	ρ	d (cm)	DB	ρ
1.104	0.920	0.8091	1.013	1.035	0.7880	1.013	0.971	0.8183	1.302	4.720	0.3373
1.302	0.880	0.8166	1.104	1.006	0.7932	1.104	1.053	0.7847	1.412	4.040	0.3945
1.522	3.350	0.7593	1.302	1.352	0.7325	1.212	1.473	0.7124	1.522	2.680	0.5395
1.600	1.713	0.6733	1.522	3.350	0.4624	1.302	2.030	0.6266	1.723	1.600	0.6918
1.723	3.300	0.4677	1.600	5.520	0.2805	1.412	4.120	0.3873	1.803	1.720	0.6730
1.803	3.410	0.2877	1.723	5.517	0.2307	1.522	4.750	0.3350	2.001	3.000	0.5012
2.001	5.190	0.3027	1.803	3.900	0.4074	1.600	3.780	0.4138	2.072	4.490	0.3556
2.072	3.690	0.4276	1.894	2.850	0.5188	1.723	2.380	0.5781			
			2.001	1.960	0.6368	1.894	1.710	0.6745			
			2.072	1.750	0.6683	2.001	1.730	0.6714			
						2.072	1.960	0.6368			

ตารางที่ 4.29 ข้อมูลการวัด EDBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กด้วยแมจิกที ที่ความถี่ต่าง ๆ

จากข้อมูลที่ได้นำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จะได้ผลดังนี้

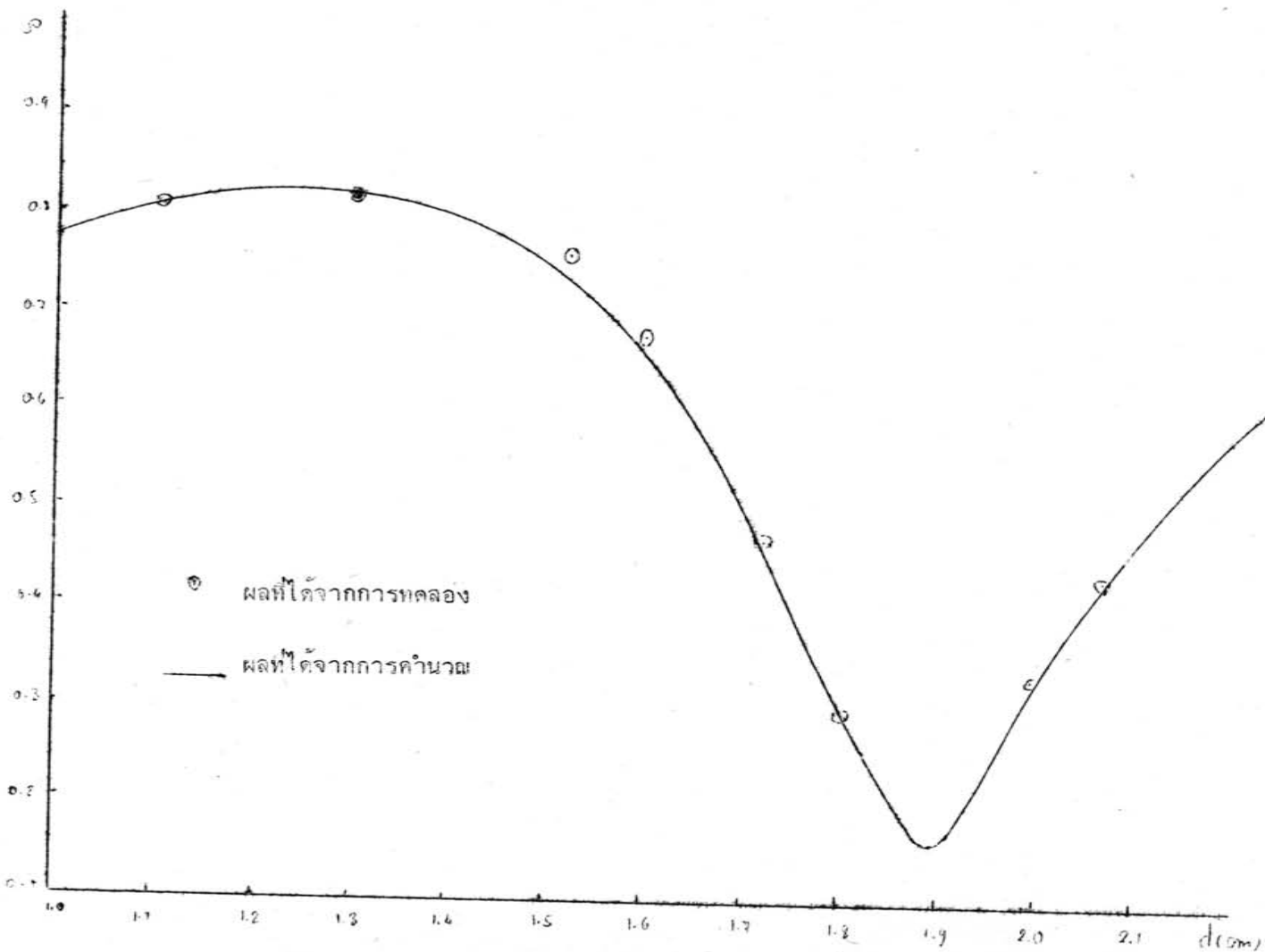
Freg (GHz)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)
8.5	2.5180	0.1781
9.5	2.8813	0.1961
10.5	3.2211	0.1934
11.5	3.5946	0.2135

ตารางที่ 4.30 ค่า β_2' , β_2'' ของคลื่นไมโครเวฟใน EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

นำค่า β_2' , β_2'' ที่ได้ไปแทนในสมการ (3.32) โดยเปลี่ยนค่า d จะได้ผลดังนี้

Freg(GHz)	8.5	9.5	10.5	11.5
	ρ	ρ	ρ	ρ
d(cm)				
1.0	0.7749	0.8031	0.8191	0.7838
1.1	0.8064	0.8114	0.7986	0.7075
1.2	0.8215	0.7980	0.7369	0.5417
1.3	0.8213	0.7533	0.6087	0.3491
1.4	0.8027	0.6587	0.4137	0.3796
1.5	0.7572	0.4920	0.3107	0.5236
1.6	0.6689	0.2817	0.4259	0.6215
1.7	0.5163	0.2479	0.5552	0.6669
1.8	0.2988	0.4040	0.6357	0.6669
1.9	0.1546	0.5344	0.6735	0.6161
2.0	0.3063	0.6152	0.6746	0.4962
2.1	0.4670	0.6571	0.6354	0.2946
2.2	0.5752	0.6673	0.5430	0.1113

ตารางที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 8.5GHz โดย $\beta_1 = 2.5180 \text{ cm}^{-1}$, $\beta_2 = 0.1781 \text{ cm}^{-1}$ เทียบกับผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 8.5 GHz และจากตาราง 4.31 นำไปเขียนกราฟจะมีผลดังรูปที่ 4.10
ใกล้เคียงกับผลการทดลอง จาก β_2' , β_2'' ที่ได้ทำให้คำนวณค่าคงที่จนวนและโคอีเลคตริกอลอส
ดังนี้

Freg	K	loss
8.5	2.5865	0.109
9.5	2.5644	0.111
10.5	2.5282	0.102
11.5	2.5451	0.164

ตารางที่ 4.32 ค่าคงที่จนวน และโคอีเลคตริกอลอส ของ EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าตั้งฉาก
กับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจะได้ว่า

$$\overline{K_{\perp}} = 2.553 \pm 0.022$$

$$\overline{\tan \delta_{\perp}} = 0.017 \pm 0.004$$

4.2.6 ผลการวัดผลึกเวลา EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็ก ได้ผลการทดลอง ดังนี้

Freq 8.5 GHz			Freq 9.5 GHz			Freq 10.5 GHz			Freq 11.5 GHz		
d (cm)	DB	ρ	d (cm)	DB	ρ	d (cm)	DB	ρ	d (cm)	DB	ρ
1.009	0.152	0.9656	1.009	0.315	0.9300	1.009	0.295	0.9341	1.213	1.139	1.7693
1.213	0.122	0.9723	1.117	0.337	0.9253	1.117	0.236	0.9256	1.301	0.969	0.8000
1.417	0.205	0.9408	1.213	0.394	0.9130	1.301	1.143	0.7607	1.417	0.560	0.8790
1.604	0.907	0.8115	1.301	0.567	0.8776	1.417	1.209	0.7500	1.515	0.413	0.9093
1.701	1.641	0.6841	1.417	1.194	0.7413	1.515	0.747	0.8400	1.604	0.260	0.9376
1.801	1.075	0.7286	1.515	1.660	0.6023	1.604	0.622	0.8600	1.801	0.650	0.8610
1.903	0.839	0.8056	1.604	1.327	0.7350	1.701	0.427	0.9000	1.903	1.355	0.7320
2.023	0.826	0.6859	1.801	0.658	0.8535	1.801	0.454	0.9000			
						2.023	0.872	0.8100			
						2.121	1.603	0.6914			

ตารางที่ 4.33 ข้อมูลการวัด EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็ก ด้วยแมจิกที ที่ความถี่ต่าง ๆ

เมื่อนำข้อมูลต่างเหล่านี้เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์จะได้ผลดังนี้

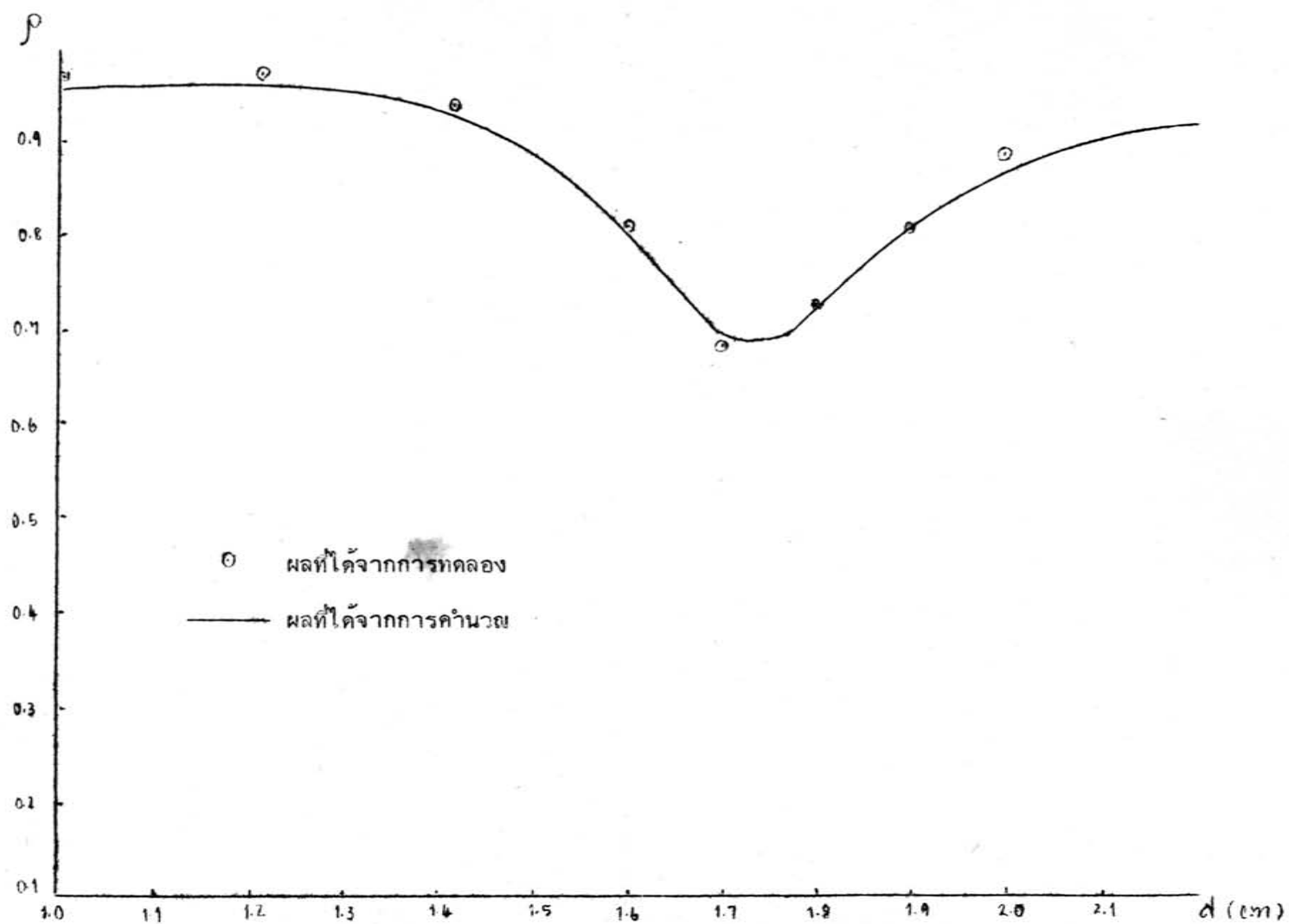
Freq (GHz)	β_2' (cm ⁻¹)	β_2'' (cm ⁻¹)
8.5	2.7418	0.0441
9.5	3.1562	0.0602
10.5	3.5457	0.0575
11.5	3.945	0.0558

ตารางที่ 4.34 ค่า β_2' , β_2'' ของไมโครเวฟใน EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่
ความถี่ต่าง ๆ

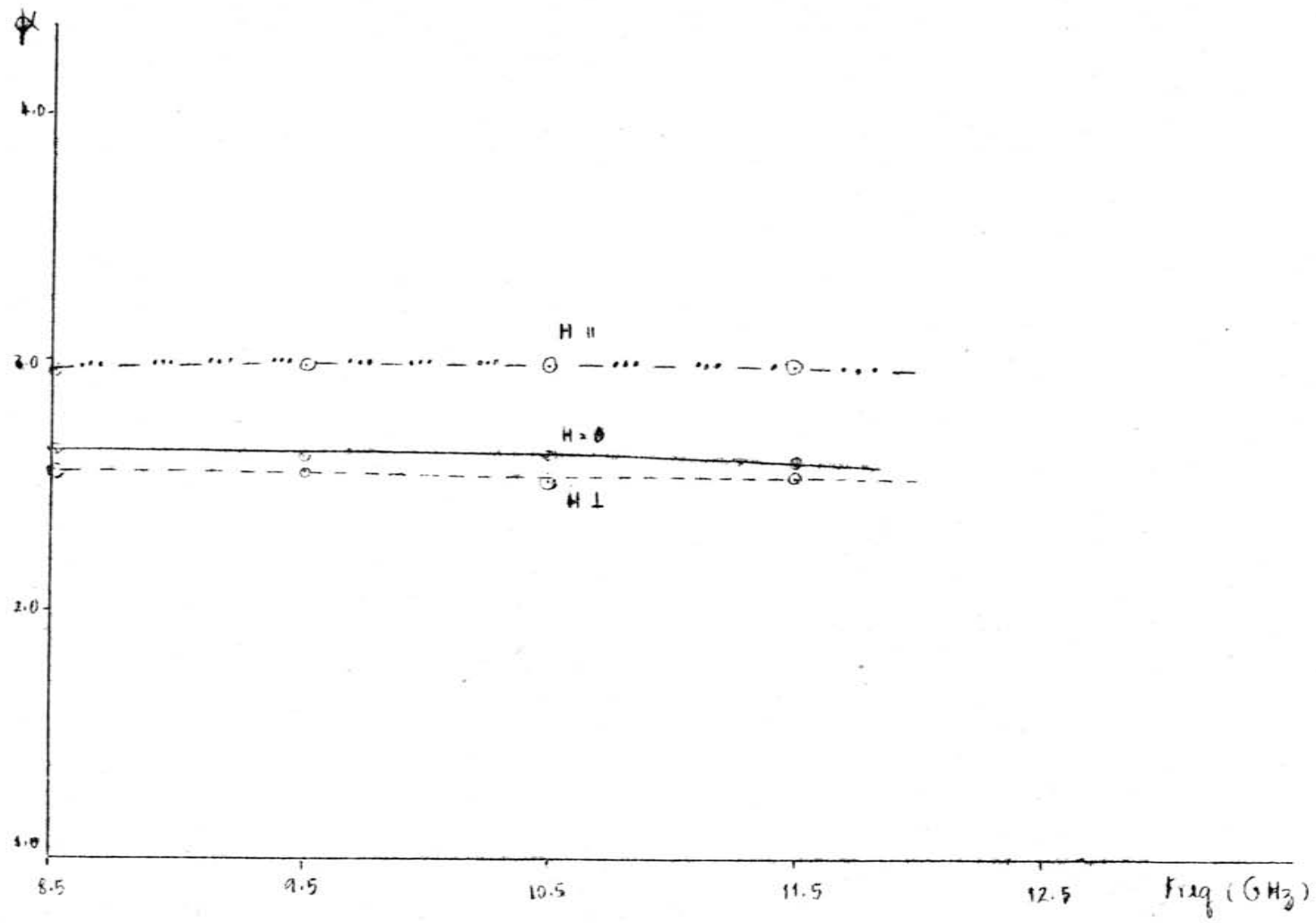
จากค่า β_2' , β_2'' ที่ได้เมื่อนำไปแทนในสมการ (3.3.2) โดยเปลี่ยนค่า d จะมีผลดังนี้

Freg (GHz) d (cm)	8.5	9.5	10.5	11.5
	ρ	ρ	ρ	ρ
1.0	0.9544	0.9472	0.9449	0.9234
1.1	0.9590	0.9422	0.9199	0.8510
1.2	0.9588	0.9231	0.8545	0.7642
1.3	0.9524	0.8745	0.7464	0.8117
1.4	0.9353	0.7693	0.7477	0.8761
1.5	0.8954	0.6677	0.8290	0.9067
1.6	0.8089	0.7283	0.8795	0.9148
1.7	0.6969	0.8175	0.9019	0.9026
1.8	0.7207	0.8678	0.9056	0.8566
1.9	0.8131	0.8912	0.8202	0.7449
2.0	0.8719	0.8974	0.8427	0.6371
2.1	0.9024	0.8876	0.7331	0.7253
2.2	0.9169	0.8541	0.5937	0.8208

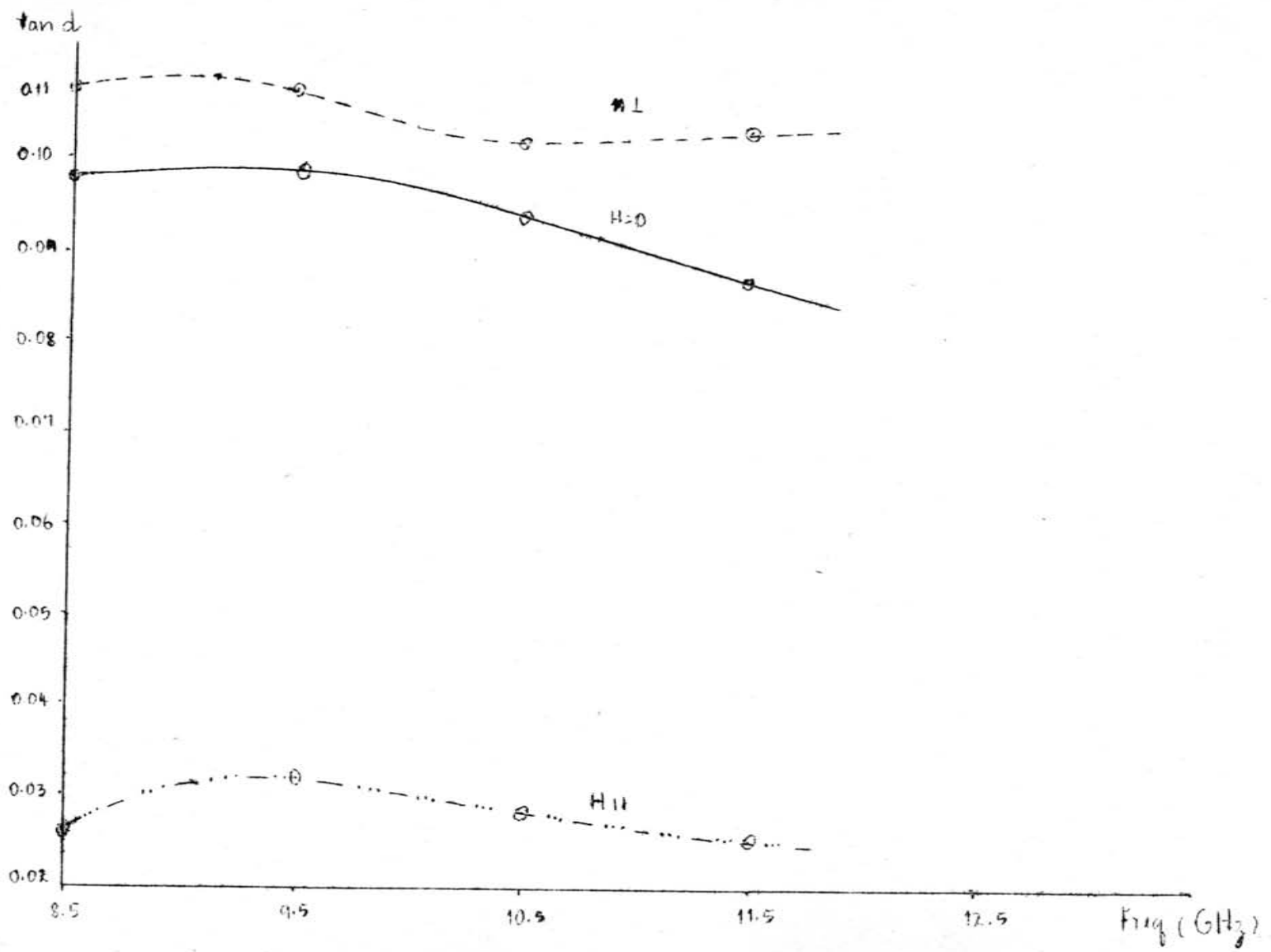
ตารางที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็ก
ที่ความถี่ต่าง ๆ



รูปที่ 4.]] กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง d และ ρ ของ EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 8.5GHz
 เมื่อ $\beta'_2 = 2.7418 \text{ cm}^{-1}$, $\beta''_2 = 0.0441 \text{ cm}^{-1}$ เทียบกับผลการทดลอง



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดนามิกของ EBBA กับความถี่ต่างๆ



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไดอิเล็กตริกของ EBBA กับความถี่ต่างๆ

จากผลการทดลองที่ 3.5 GHz และจากตารางที่ 4.35 เมื่อไปเขียนกราฟจะได้ดังรูป 4.11 ซึ่งได้ว่าผลการคำนวณใกล้เคียงกับผลการทดลอง จาก β_2' , β_2'' ที่ได้ทำให้คำนวณค่าคงที่ฉนวนและไดอิเล็กตริกlossได้ดังนี้

Freg (GHz)	K	loss
8.5	2.9673	0.026
9.5	2.9925	0.032
10.5	2.9895	0.028
11.5	3.0078	0.025

ตารางที่ 4.36 ค่าคงที่ฉนวนของ EBBA เมื่อสนามไฟฟ้าขนานกับสนามแม่เหล็กที่ความถี่ต่างๆ เมื่อปริมาตรเฉลี่ยจะได้ว่า

$$\bar{K}_{||} = 2.989 \pm 0.014$$

$$\overline{\tan \delta}_{||} = 0.028 \pm 0.00$$

รูปที่ 4.12, 4.13 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ฉนวนและค่าไดอิเล็กตริกloss ของ EBBA กับความถี่ต่างๆเมื่อ EBBA อยู่ภายนอกและภายในสนามแม่เหล็ก

สำหรับการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองนั้นจะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 5