

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลองเปรียบเทียบมิเตอร์

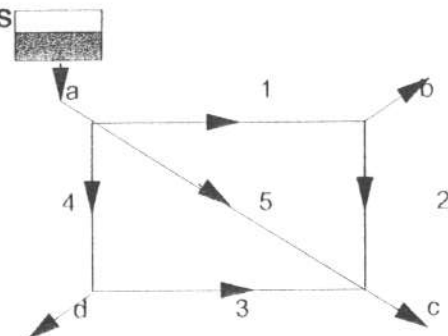
ตารางบันทึกผลการทดลอง การหาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

การปรับเทียบมิเตอร์

วันที่ทำการทดลอง วันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541

Za= 0 cm. Zc= 0 cm.

Zb= 0 cm. Zd= 0 cm.



ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,1,b

ครั้งที่	มิเตอร์ (m. ³)			เวลา (hr:min:sec)			H _a (cm.)	H _b (cm.)	h _f (cm.)	q _a (cm. ³ /s)	q ₁ (cm. ³ /s)	q _b (cm. ³ /s)	Q ₁ (cm. ³ /s)	r _f (s ² /cm. ⁵)	f ₁
	a	1	b	a	1	b									
1	0.448	0.538	2.589	141208	141256	141317	152.5	150.3	2.2	18.277	18.519	19.802	18.019	0.00678	0.387045
	0.455	0.545	2.597	141831	141914	142001									
2	0.463	0.553	2.606	142326	142339	142418	156.5	149.9	6.6	33.537	35.088	38.217	32.348	0.00631	0.360277
	0.474	0.565	2.618	142854	142921	142932									
3	0.491	0.583	2.638	144221	144239	144316	157.1	147.0	10.1	41.322	46.322	46.322	42.064	0.00571	0.326066
	0.506	0.6	2.655	144824	144846	144923									
4	0.514	0.609	2.664	145114	145135	145154	157.5	139.3	18.2	56.000	64.972	64.865	58.193	0.00537	0.306995
	0.535	0.632	2.688	145729	145729	145804									
5	0.55	0.651	2.707	150135	150210	150226	160.4	138.4	22.0	62.857	69.697	73.529	62.279	0.00567	0.323991
	0.572	0.674	2.732	150725	150740	150806									
6	0.581	0.686	2.744	150931	150959	151015	182.6	140.2	42.4	88.472	98.930	101.064	87.561	0.00553	0.315894
	0.614	0.723	2.782	151544	151613	151631									

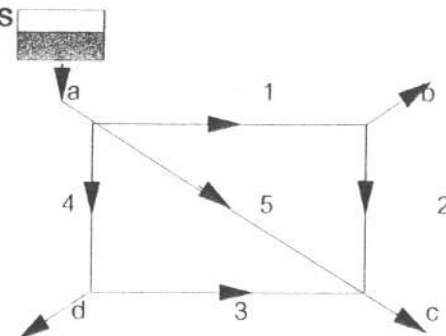
ตารางบันทึกผลการทดลอง การหาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

การปรับเทียบมิเตอร์

วันที่ทำการทดลอง วันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541

Za= 0 cm. Zc= 0 cm.

Zb= 0 cm. Zd= 0 cm.



ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,2

ครั้งที่	มิเตอร์ (m. ³)			เวลา (hr:min:sec)			H _b (cm.)	H _c (cm.)	h ₂ (cm.)	q _a (cm. ³ /s)	q ₂ (cm. ³ /s)	Q ₂ (cm. ³ /s)	r ₂ (s ² /cm. ⁵)	f ₂
	a	2		a	2									
1	0.635	0.273		152246	152325		146.8	145.8	1.0	11.111	10.959	10.998	0.00827	0.472
	0.639	0.277		152846	152930									
2	0.645	0.283		153336	153411		151.5	144.8	6.7	30.303	33.233	30.801	0.00706	0.403
	0.655	0.294		153906	153942									
3	0.664	0.304		154309	154334		165.5	144.0	21.5	56.650	61.905	56.292	0.00678	0.388
	0.687	0.33		154955	155034									
4	0.696	0.339		155229	155250		165.2	139.1	26.1	63.063	69.486	63.032	0.00657	0.375
	0.717	0.362		155802	155821									
5	0.73	0.377		160120	160139		165.1	133.6	31.5	69.697	75.988	68.813	0.00665	0.380
	0.753	0.402		160650	160708									
6	0.793	0.447		161615	161634		171.5	133.4	38.1	76.621	85.770	77.509	0.00634	0.362
	0.832	0.491		162444	162507									

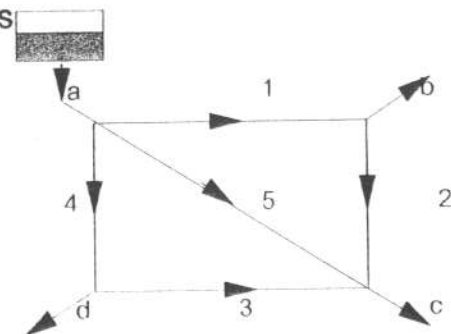
ตารางบันทึกผลการทดลอง การหาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

การปรับเทียบมิเตอร์

วันที่ทำการทดลอง วันที่ 1 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za= 0 cm. Zc= 0 cm.

Zb= 0 cm. Zd= 0 cm.



ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,3

ครั้งที่	มิเตอร์ (m. ³)			เวลา (hr:min:sec)			H _d (cm.)	H _c (m.)	h ₃ (cm.)	q _a (cm. ³ /s)	q ₃ (cm. ³ /s)		Q ₃ (cm. ³ /s)	r ₃ (s ² /cm. ⁵)	f ₃
	a	3		a	3										
1	0.311	0.246		150926	151011		144.7	143.6	1.1	12.000	12.632		11.260	0.00868	0.495622
	0.317	0.252		151746	151806										
2	0.336	0.274		153128	153155		147.8	142.7	5.1	26.385	30.227		26.503	0.00726	0.414747
	0.346	0.286		153747	153832										
3	0.354	0.295		154138	154210		157.6	147.0	10.6	38.217	44.379		38.763	0.00705	0.402961
	0.366	0.310		154652	154748										
4	0.372	0.316		154915	154947		152.1	135.6	16.5	48.673	56.433		49.207	0.00681	0.389254
	0.394	0.341		155647	155710										
5	0.414	0.365		160255	160331		161.5	136.6	24.9	57.348	66.421		57.859	0.00744	0.424869
	0.430	0.383		160734	160802										
6	0.448	0.405		161152	161235		181.2	142.5	38.7	75.075	85.174		74.105	0.00705	0.402541
	0.473	0.432		161725	161752										

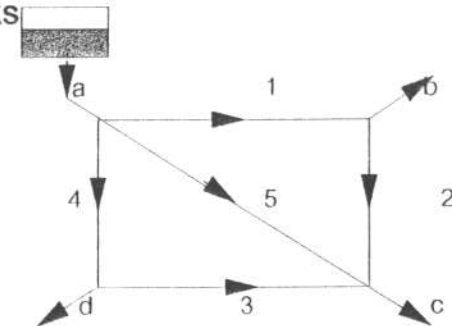
ตารางบันทึกผลการทดลอง การหาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

การปรับเทียบมิเตอร์

วันที่ทำการทดลอง วันที่ 1 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za= 0 cm. Zc= 0 cm.

Zb= 0 cm. Zd= 0 cm.



ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,4,d

ครั้งที่	มิเตอร์ (m. ³)			เวลา (hr:min:sec)			H _a (cm.)	H _d (cm.)	h ₄ (cm.)	Q _a (cm. ³ /s)	Q ₄ (cm. ³ /s)	Q _d (cm. ³ /s)	Q ₄ (cm. ³ /s)	r ₄ (s ² /cm. ⁵)	f ₄
	a	4	d	a	4	d									
1	0.111	0.314	3.498	140654	140734	140903	143.3	141.6	1.7	15.801	16.842	17.699	16.245	0.00644	0.367965
	0.118	0.322	3.506	141417	141529	141635									
2	0.122	0.326	3.510	141748	141817	141857	143.6	138.5	5.1	28.986	31.429	31.250	29.060	0.00604	0.344959
	0.132	0.337	3.521	142333	142407	142449									
3	0.137	0.342	3.526	142600	142615	142637	160.4	148.4	12.0	45.699	49.351	49.479	44.806	0.00598	0.341432
	0.154	0.361	3.545	143212	143240	143301									
4	0.161	0.369	3.553	143421	143442	143458	164.4	138.8	25.6	67.797	75.610	75.426	67.877	0.00556	0.317393
	0.189	0.400	3.584	144114	144132	144149									
5	0.226	0.442	3.628	144903	144925	144959	177.1	141.0	36.1	80.556	90.164	89.431	80.664	0.00555	0.31692
	0.255	0.475	3.661	145503	145531	145608									
6	0.270	0.491	3.677	145756	145815	145844	181.3	138.7	42.6	88.328	99.099	98.765	88.514	0.00544	0.310589
	0.298	0.524	3.709	150313	150348	150408									

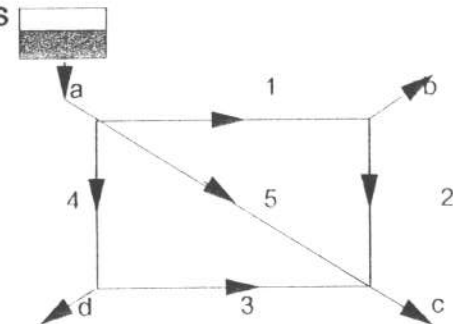
ตารางบันทึกผลการทดลอง การหาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

การปรับเทียบมิเตอร์

วันที่ทำการทดลอง วันที่ 2 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2541

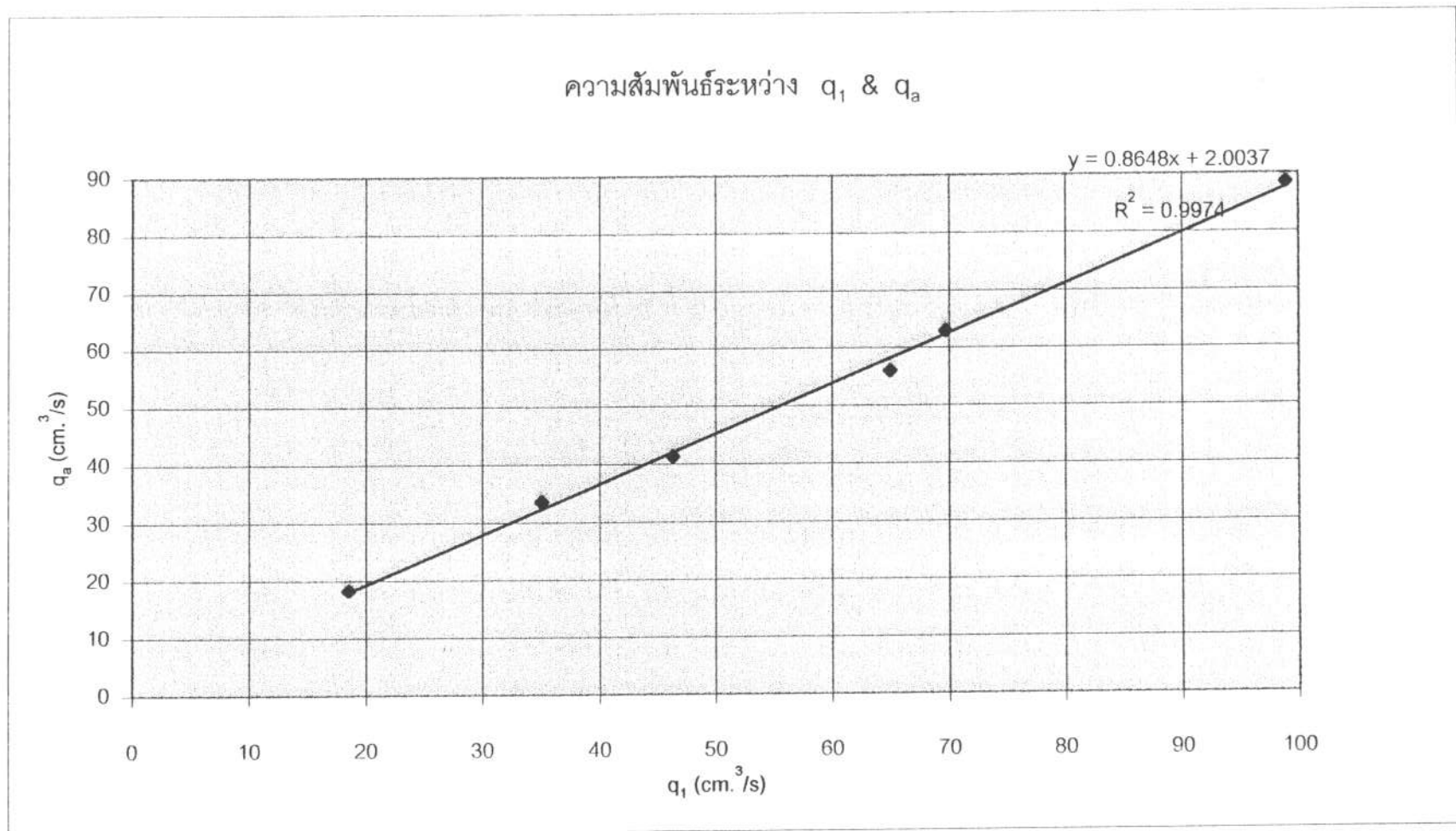
Za= 0 cm. Zc= 0 cm.

Zb= 0 cm. Zd= 0 cm.

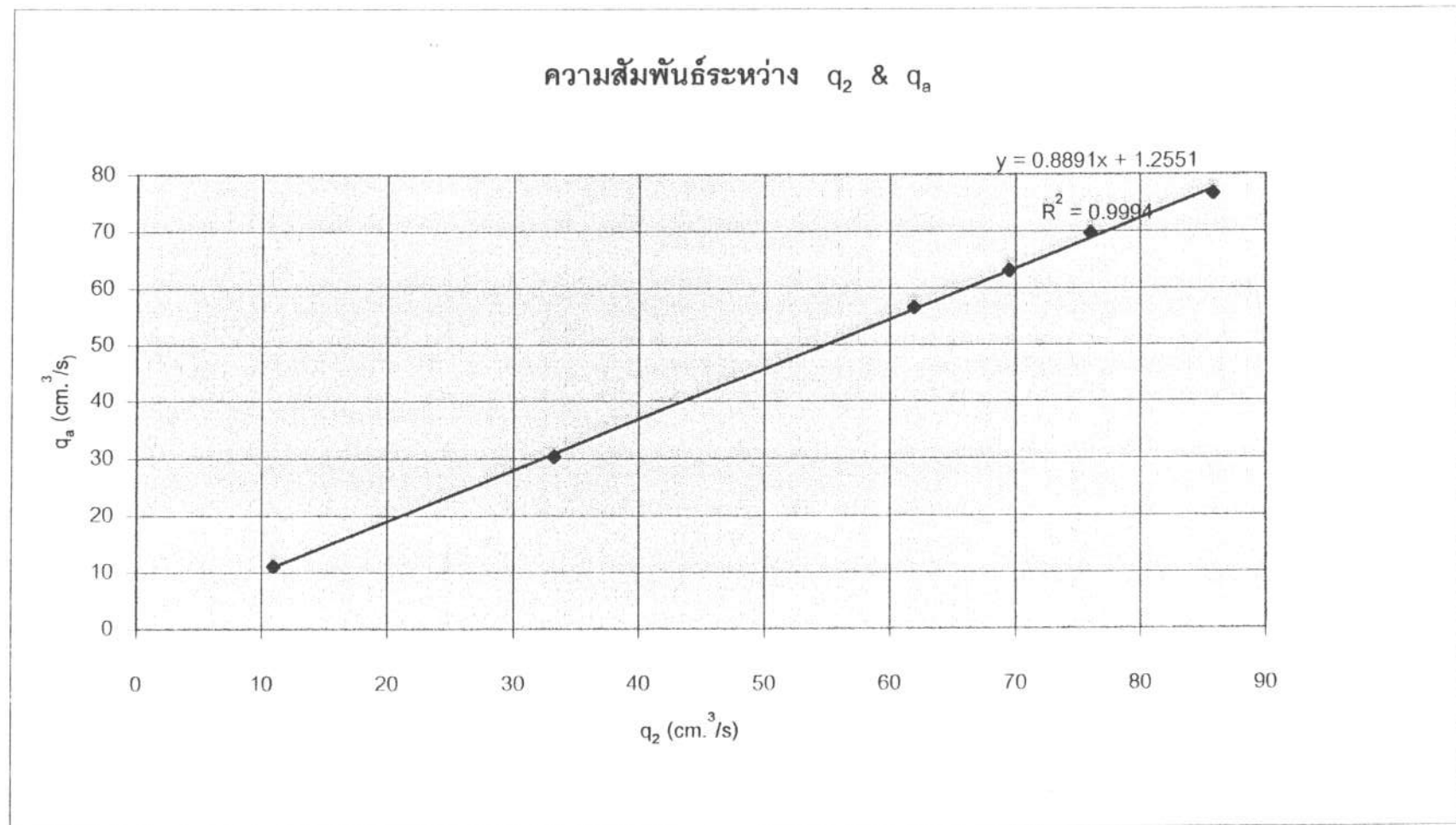


ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,5,c

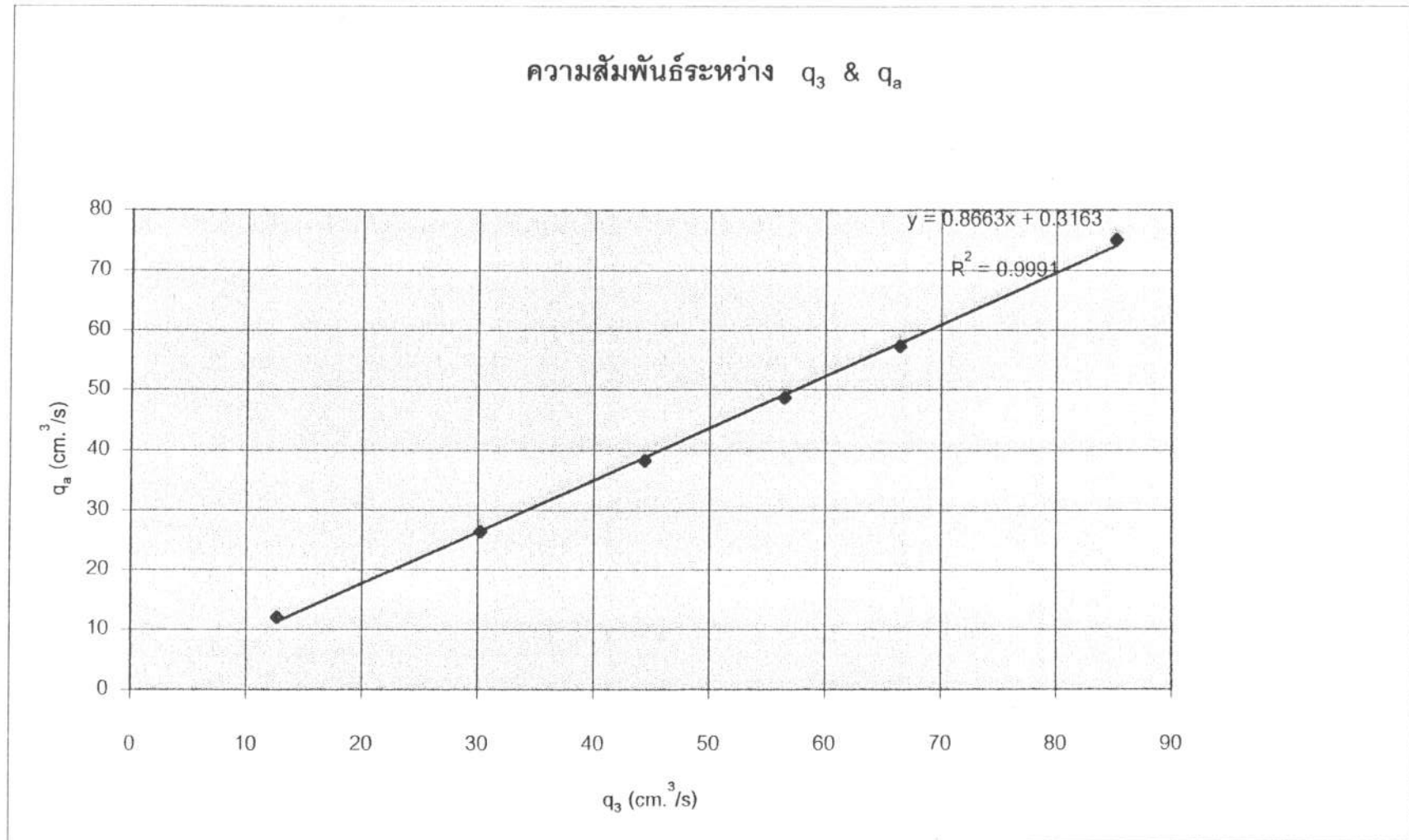
ครั้งที่	มิเตอร์ (m. ³)			เวลา (hr:min:sec)			H _a (cm.)	H _c (cm.)	h _s (cm.)	q _a (cm. ³ /s)	q ₅ (cm. ³ /s)	q _c (cm. ³ /s)	Q ₅ (cm. ³ /s)	r ₅ (s ² /cm. ⁵)	f ₅
	a	5	c	a	5	c									
1	0.584	3.332	2.152	132415	132510	132604	193.6	185.1	8.5	10.703	13.314	14.451	10.101	0.08331	3.364946
	0.591	3.341	2.162	133509	133626	133736									
2	0.600	3.352	2.174	134510	134605	134704	171.6	154.4	17.2	15.544	19.435	19.820	15.885	0.06816	2.75305
	0.609	3.363	2.185	135449	135531	135619									
3	0.618	3.374	2.198	140147	140218	140305	184.1	144.4	39.7	24.176	28.698	28.436	24.638	0.06540	2.641343
	0.629	3.387	2.210	140922	140951	141007									
4	0.646	3.407	2.236	142053	142121	142150	179.5	125.7	53.8	27.944	32.630	32.197	28.354	0.06692	2.702774
	0.660	3.424	2.253	142914	143002	143038									
5	0.666	3.431	2.266	143230	143309	143329	184.3	103.1	81.2	34.409	38.877	38.380	34.258	0.06919	2.794453
	0.682	3.449	2.284	144015	144052	144118									
6	0.697	3.464	2.313	144610	144636	144658	182.1	87.7	94.4	37.807	42.146	42.831	37.347	0.06768	2.733551
	0.717	3.486	2.336	145459	145518	145555									



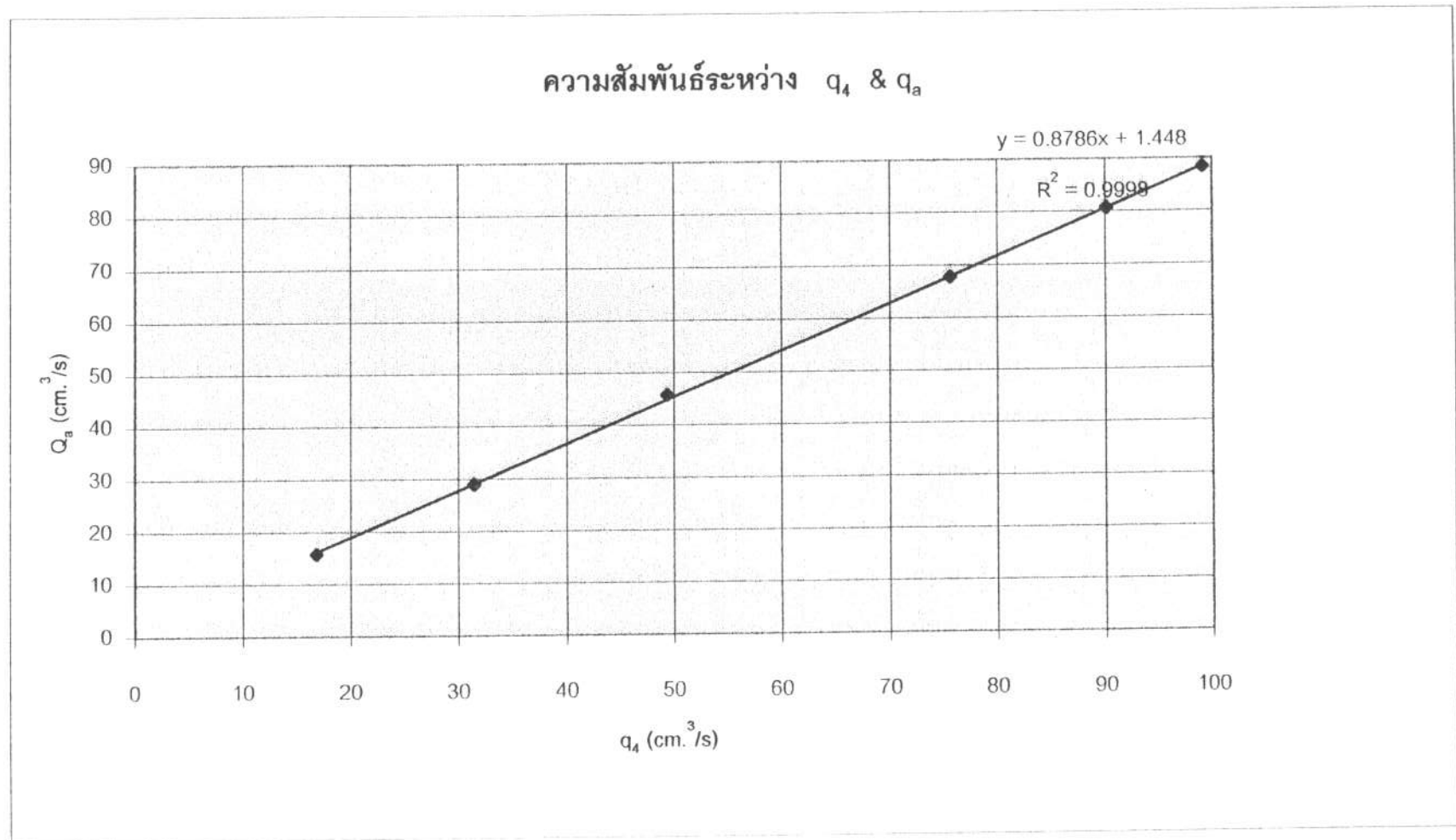
ภาพที่ ก.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_1 กับ q_a



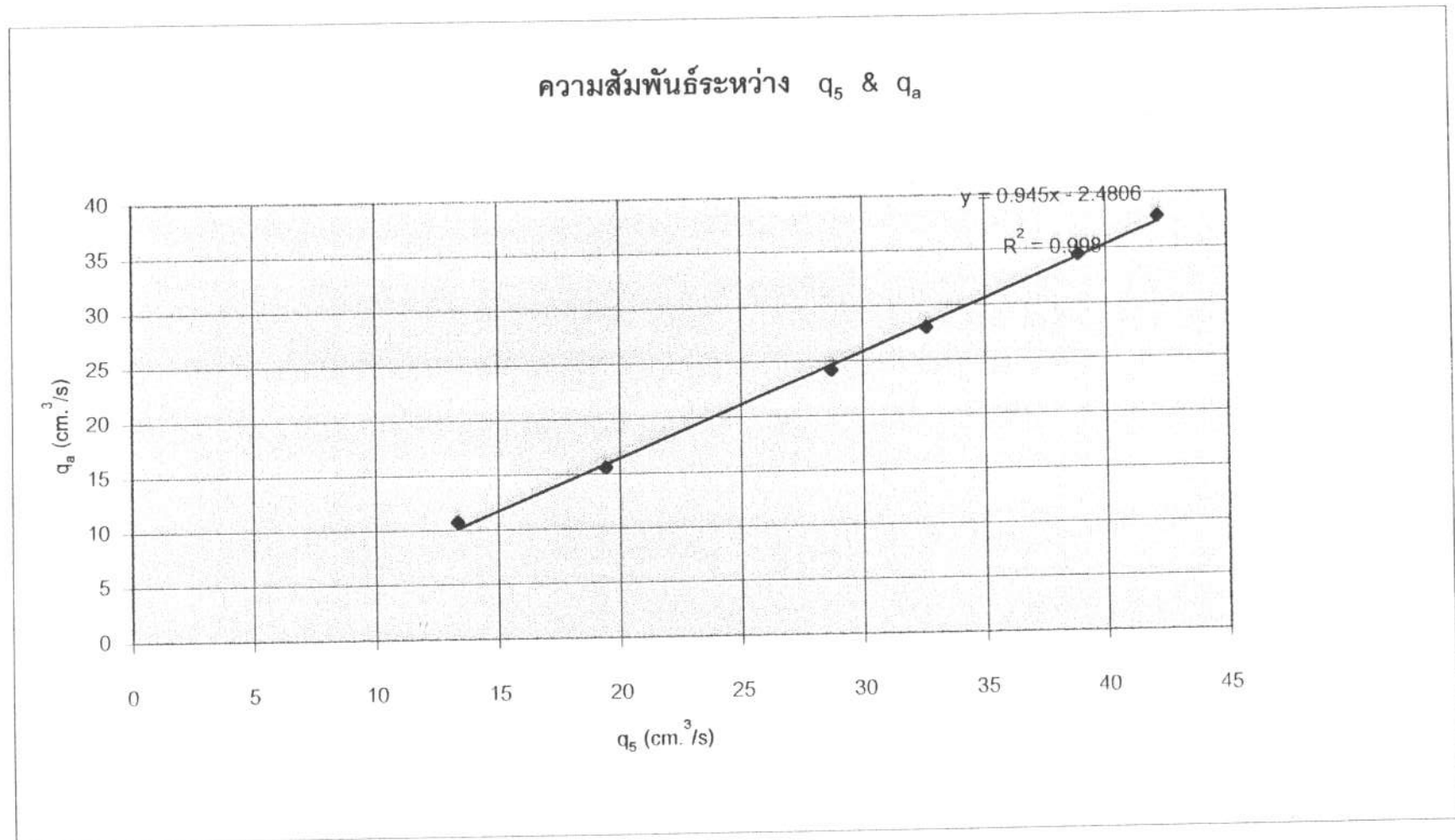
ภาพที่ ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_2 กับ q_a



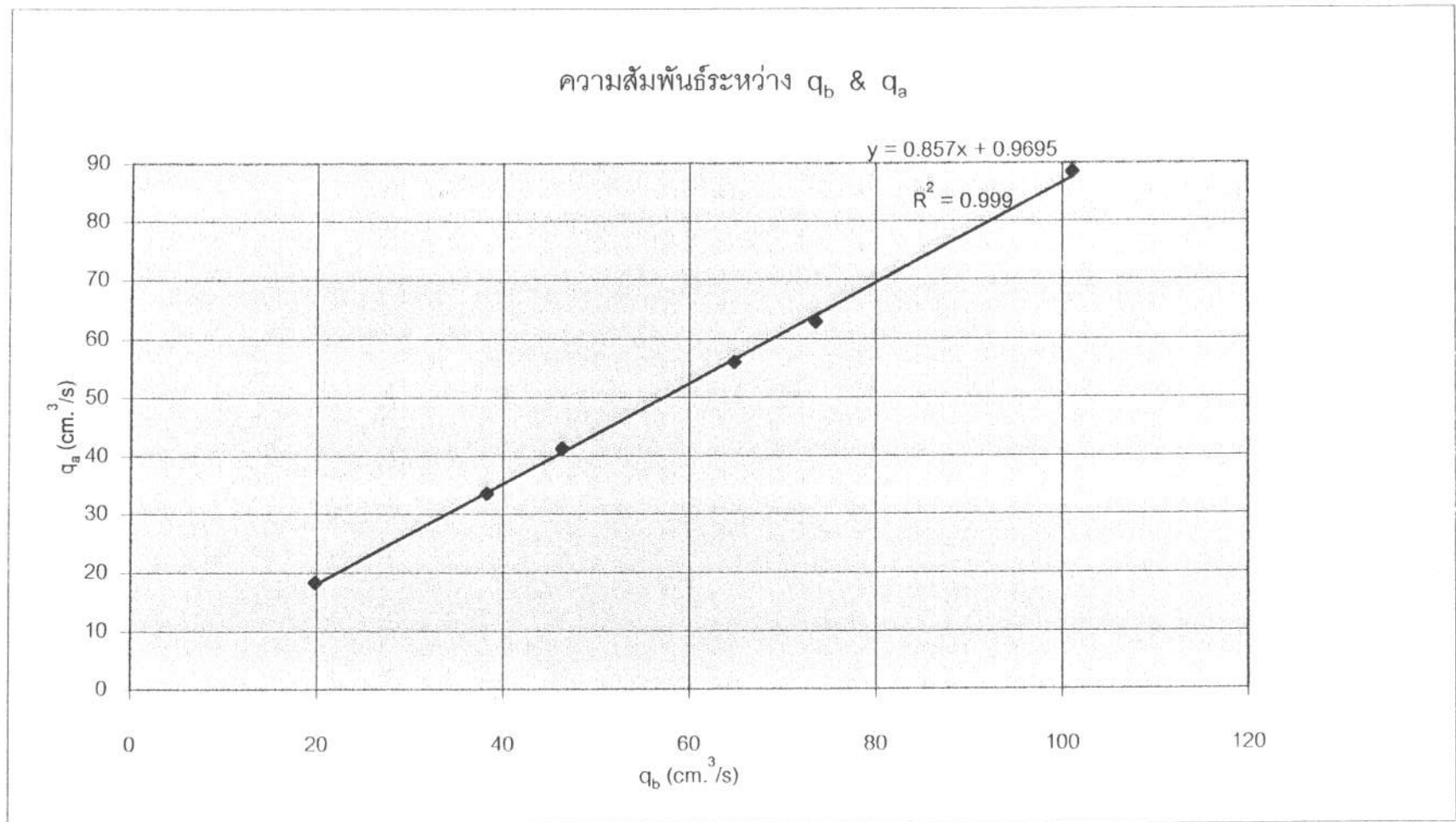
ภาพที่ ก.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_3 กับ q_a



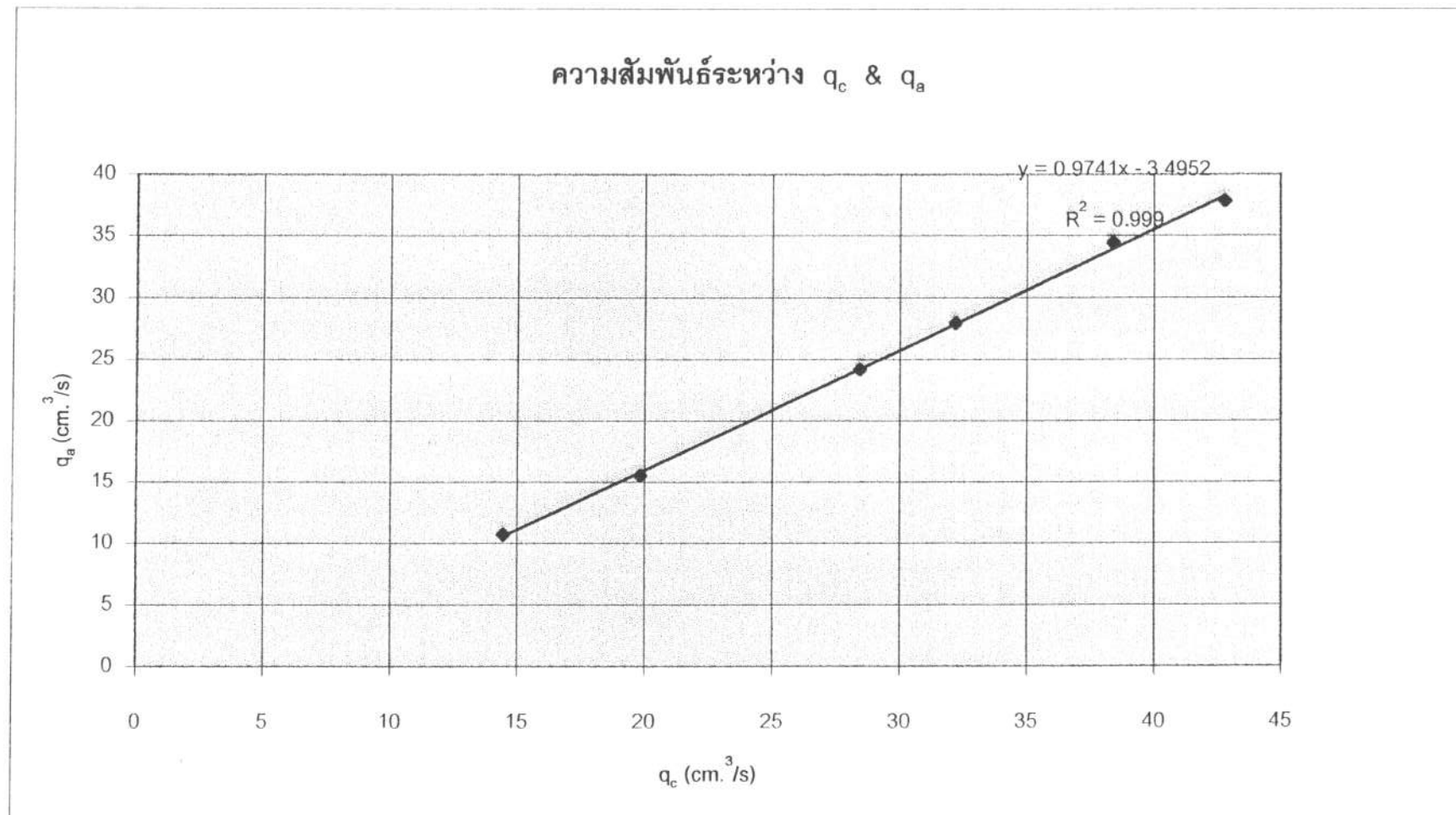
ภาพที่ ก.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_4 กับ q_a



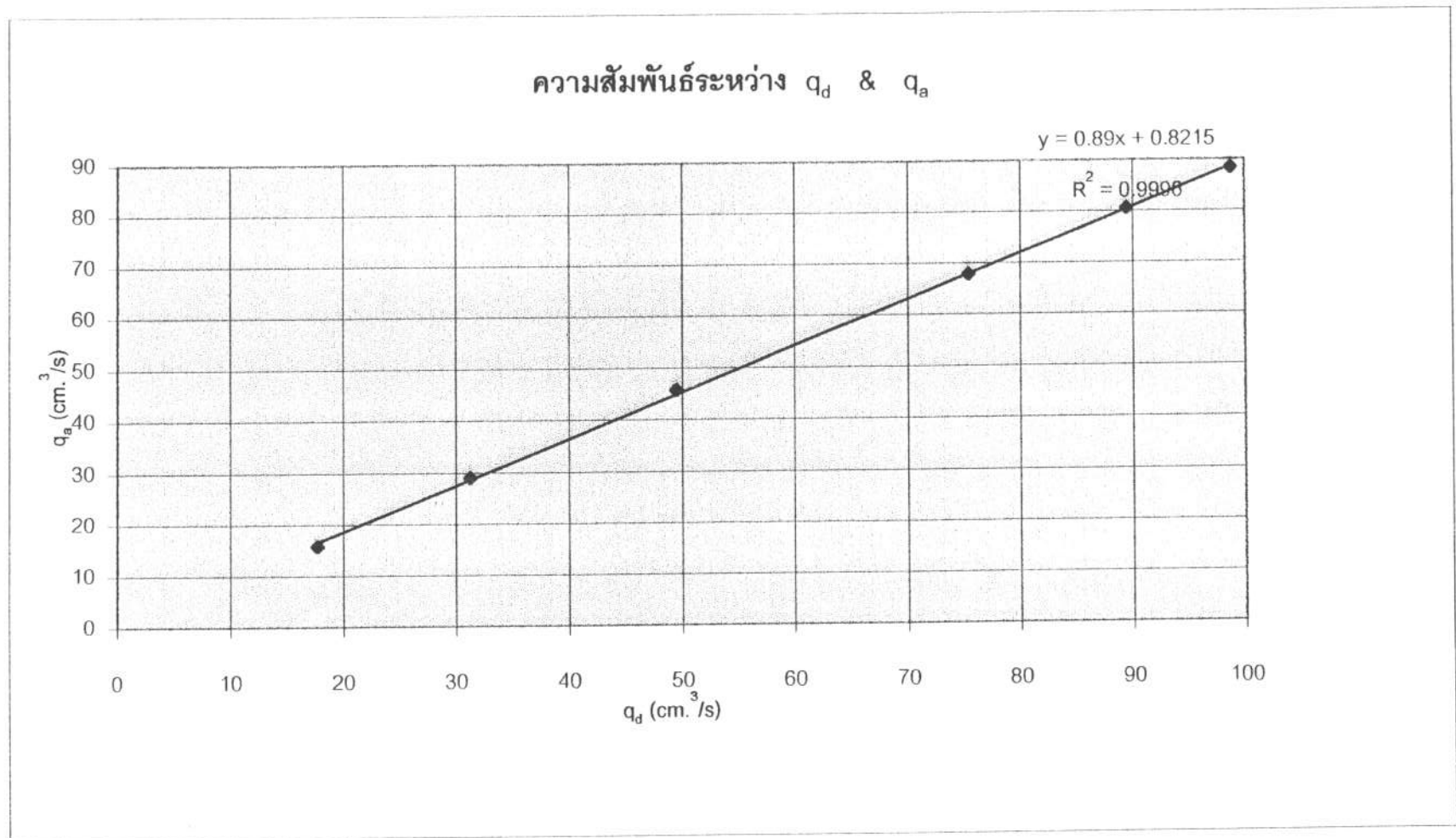
ภาพที่ ก.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_5 กับ q_a



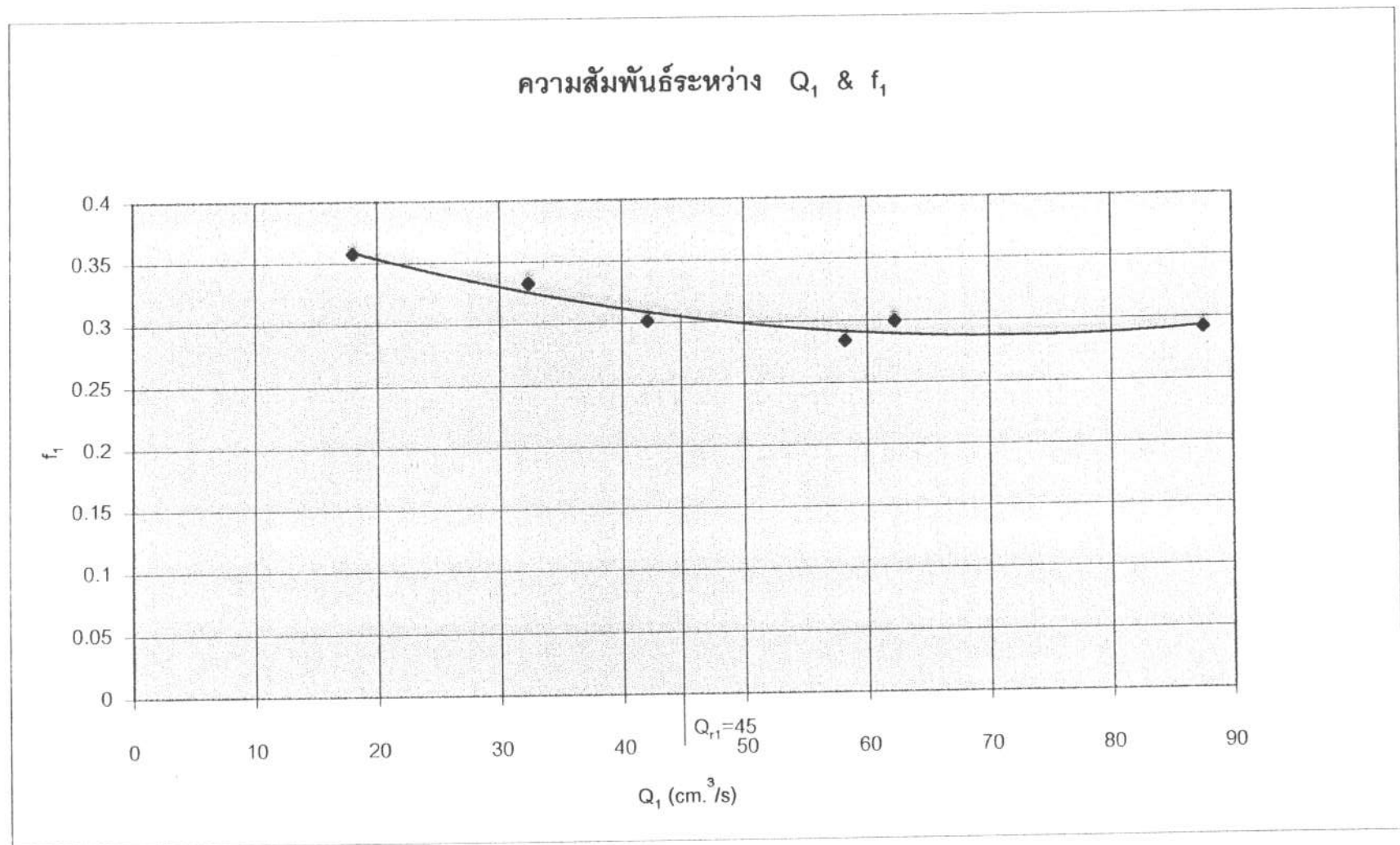
ภาพที่ ก.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_b กับ q_a



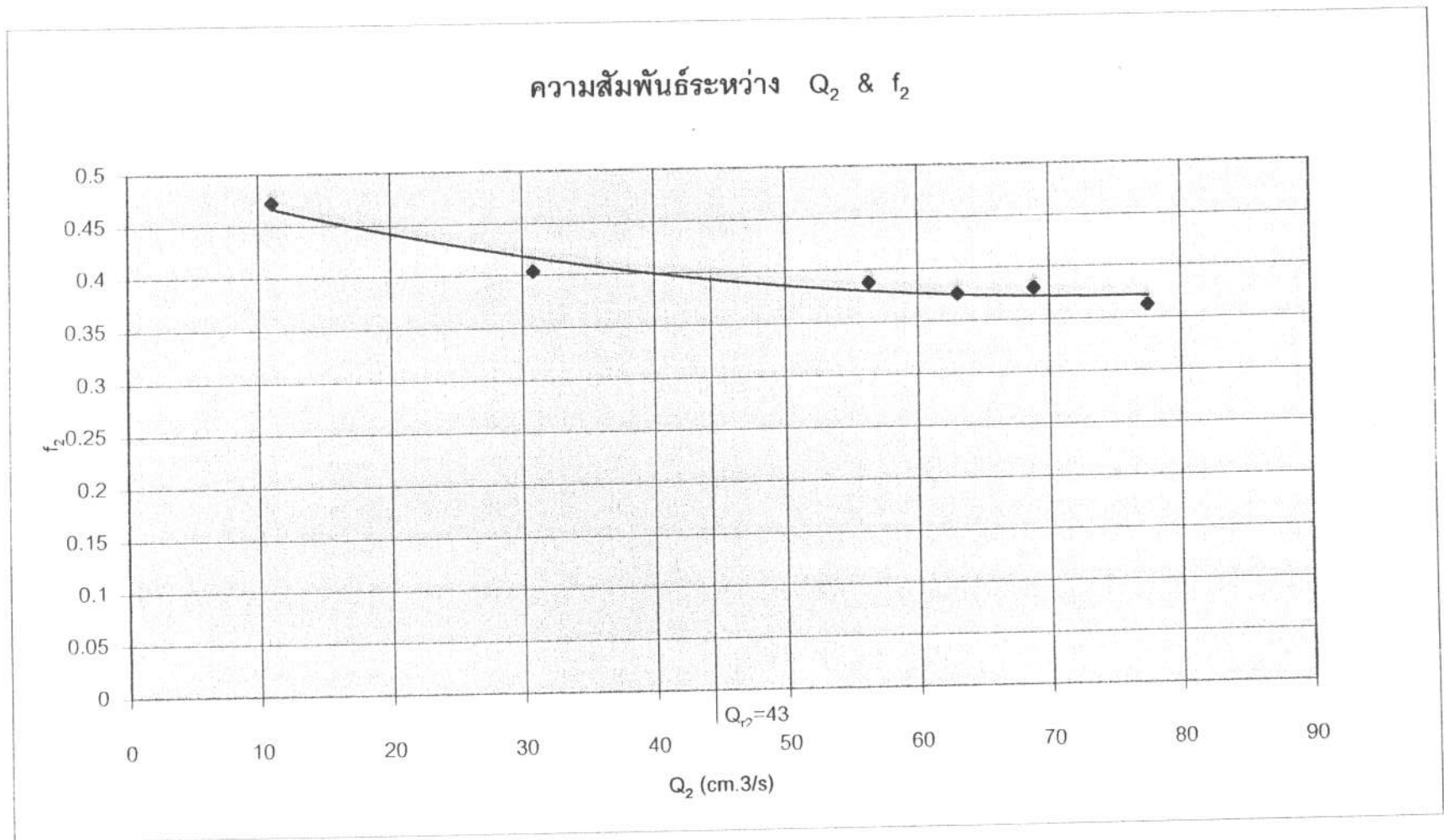
รูปที่ ก.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_c กับ q_a



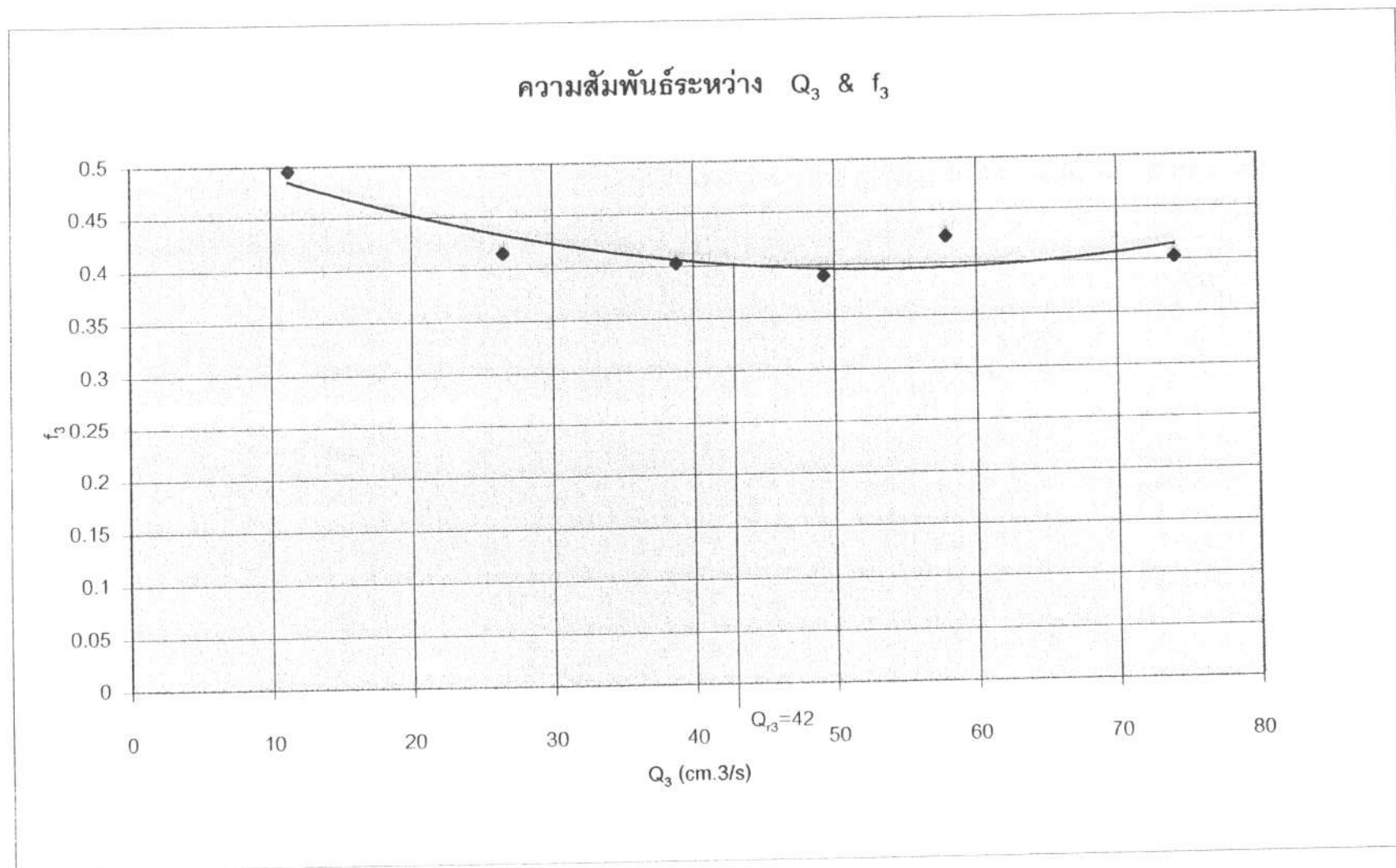
ภาพที่ ก.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_d กับ q_a



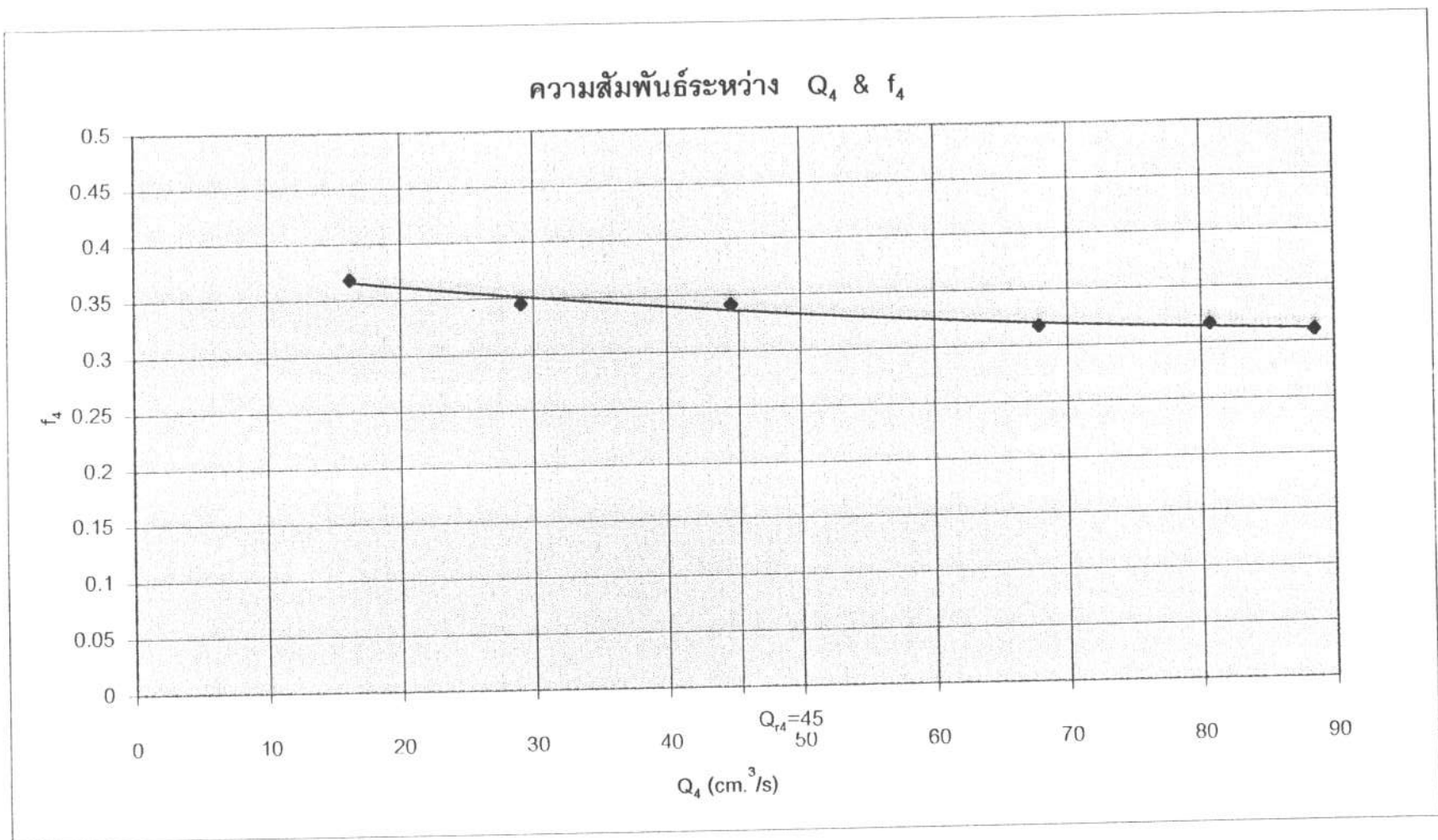
ภาพที่ ก.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_1 กับ f_1



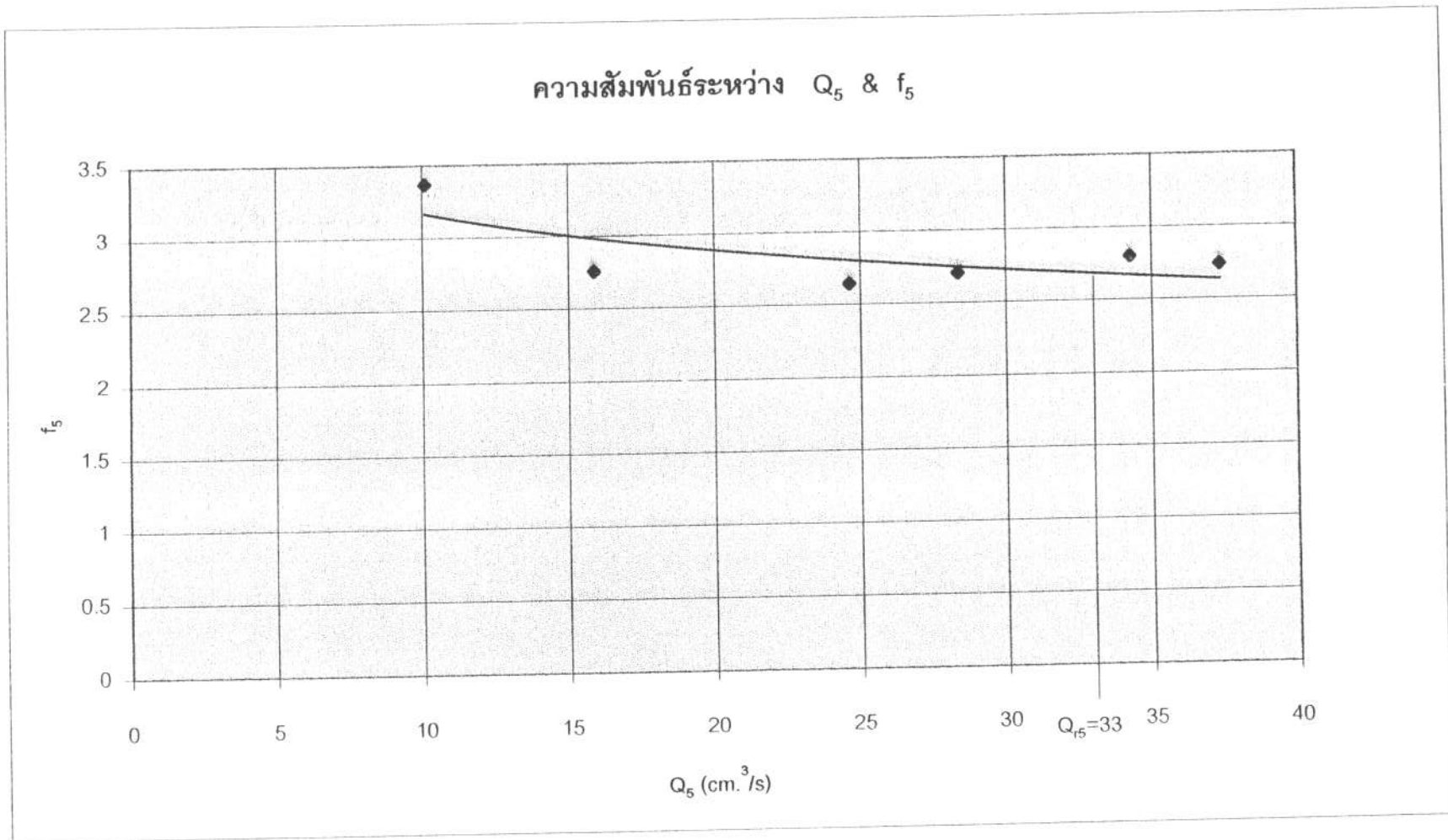
ภาพที่ ก.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_2 กับ f_2



ภาพที่ ก.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_3 กับ f_3



ภาพที่ ก.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_4 กับ f_4



ภาพที่ ก.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_5 กับ f_5

ภาคผนวก ข.

ผลการทดลองหาค่า friction factor โดยวิธีปกติ

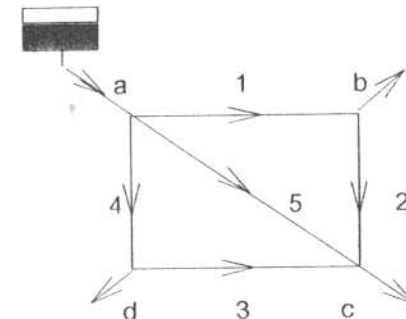
ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง หาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

วันที่ทำการทดลอง 7 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za = 0 cm. Zc = 0 cm.

Zb = 0 cm. Zd = 0 cm.



ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1-6

ครั้งที่	ค่าจากมิเตอร์ (m. ³)									เวลา (hr:min:sec)										H (cm.)			
	a	b	c	d	1	2	3	4	5	Ta	Tb	Tc	Td	T1	T2	T3	T4	T5		Ha	Hb	Hc	Hd
1	6.159	3.658	0.853	4.713	3.126	1.976	1.550	2.920	2.763	95955	100024	100058	100144	100212	100244	100313	100352	100433		161.0	103.3	95.3	116.2
	6.286	3.698	0.942	4.735	3.190	2.005	1.586	2.978	2.783	101002	101025	101053	101141	101202	101234	101253	101334	101409					
2	6.365	3.711	0.984	4.749	3.229	2.028	1.609	3.015	2.796	101610	101629	101704	101746	101815	101837	101855	101935	102011		171.7	120.2	97.5	121.5
	6.479	3.741	1.069	4.769	3.284	2.070	1.647	3.072	2.815	102450	102533	102600	102625	102714	102735	102812	102837	102848					
3	6.582	3.762	1.130	4.797	3.329	2.098	1.664	3.124	2.832	103232	103252	103315	103341	103435	103458	103530	103606	103650		170.2	117.5	98.6	106.3
	6.688	3.780	1.203	4.835	3.375	2.130	1.681	3.177	2.848	104016	104040	104117	104146	104209	104233	104310	104331	104410					
4	7.079	3.893	1.424	4.913	3.570	2.227	1.793	3.462	2.914	134830	134958	134922	135008	135031	135058	135142	135209	135225		193.0	96.9	90.2	129.8
	7.205	3.940	1.502	4.928	3.636	2.249	1.833	3.515	2.935	135622	135644	135706	135800	135827	135851	135922	135939	135955					
5	7.309	3.973	1.554	4.950	3.682	2.259	1.853	3.560	2.951	140207	140243	140311	140348	140415	140432	140458	140520	140542		184.4	97.3	83.6	99.2
	7.414	4.004	1.619	4.985	3.734	2.285	1.875	3.616	2.970	140900	140925	140952	141023	141053	141110	141153	141212	141231					
6	7.499	4.026	1.653	5.014	3.770	2.305	1.886	3.656	2.983	141404	141427	141443	141513	141540	141602	141642	141655	141715		188.5	107.5	89.9	95.3
	7.617	4.054	1.721	5.063	3.825	2.337	1.901	3.723	3.005	142107	142136	142212	142225	142305	142338	142421	142448	142507					

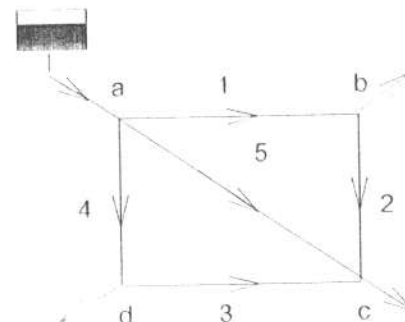
ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง หาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

วันที่ทำการทดลอง 7 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za 0 cm. Zc 0 cm.

Zb 0 cm. Zd 0 cm.



ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1-6 (ต่อ)

ครั้งที่	อัตราการไหลจากการวัด q (cm. ³ /s)									h1(cm.)	h2(cm.)	h3(cm.)	h4(cm.)	h5(cm.)
	q_a	q_b	q_c	q_d	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	Ha-Hb	Hb-Hc	Hd-Hc	Ha-Hd	Ha-Hc
1	209.226	66.556	149.580	36.851	108.475	49.153	62.069	99.656	34.722	57.7	8.0	20.9	44.8	65.7
2	219.231	55.147	158.582	38.536	102.041	78.067	68.223	105.166	36.750	51.5	22.7	24.0	50.2	74.2
3	228.448	38.462	151.452	78.351	101.322	70.330	36.957	119.101	36.364	52.7	18.9	7.7	63.9	71.6
4	266.949	115.764	168.103	31.780	138.655	46.512	86.957	117.778	46.667	96.1	6.7	39.6	63.2	102.8
5	254.237	77.114	162.095	88.608	130.653	65.327	53.012	135.922	46.455	87.1	13.7	15.6	85.2	100.8
6	278.960	65.268	151.448	113.426	123.596	70.175	32.680	141.649	46.610	81.0	17.6	5.4	93.2	98.6

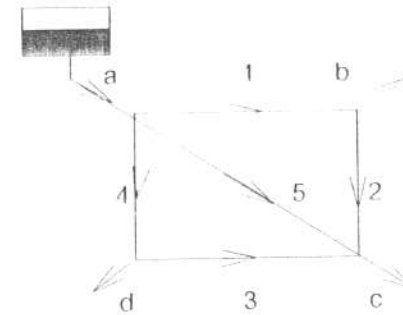
ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง หาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

วันที่ทำการทดลอง 7 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za 0 cm. Zc 0 cm.

Zb 0 cm. Zd 0 cm.



ตารางที่ 1.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1-6 (ต่อ)

ครั้งที่	อัตราการไหลปรับแก้ Q (cm ³ /s)									r (s ² /m ⁵)				
	Qa	Qb	Qc	Qd	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	r1	r2	r3	r4	r5
1	209.226	58.008	142.211	33.619	95.813	44.957	54.087	89.006	30.332	0.00629	0.00396	0.00714	0.00566	0.07141
2	219.231	48.231	150.980	35.118	90.249	70.664	59.418	93.847	32.249	0.00632	0.00455	0.00680	0.00570	0.07135
3	228.448	33.931	144.034	70.553	89.627	63.785	32.332	106.090	31.883	0.00656	0.00465	0.00737	0.00568	0.07044
4	266.949	100.179	160.254	29.105	121.913	42.609	75.647	104.928	41.619	0.00647	0.00369	0.00692	0.00574	0.05935
5	254.237	67.057	154.401	79.682	114.993	59.337	46.241	120.869	41.419	0.00659	0.00389	0.00730	0.00583	0.05876
6	278.960	56.904	144.030	101.771	108.889	63.648	28.627	125.901	41.566	0.00683	0.00434	0.00659	0.00588	0.05707

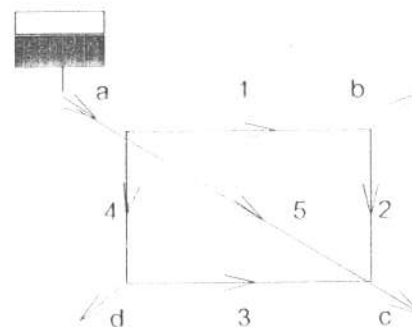
ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง หาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

วันที่ทำการทดลอง 7 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za 0 cm. Zc 0 cm.

Zb 0 cm. Zd 0 cm.



ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1-6 (ต่อ)

ครั้งที่	แฟกเตอร์ความเสียดทาน วิธีปกติ (f)					Q/QR					การไหลเป็นปวนสมบูรณ์ Yes or No					
	f1	f2	f3	f4	f5	QR1=45	QR2=43	QR3=42	QR4=45	QR5=33	ท่อ 1	ท่อ 2	ท่อ 3	ท่อ 4	ท่อ 5	สรุป
1	0.359	0.226	0.408	0.323	2.884	2.129	1.046	1.288	1.978	0.919	Y	Y	Y	Y	N	N
2	0.361	0.260	0.388	0.326	2.882	2.006	1.643	1.415	2.085	0.977	Y	Y	Y	Y	N	N
3	0.375	0.265	0.421	0.324	2.845	1.992	1.483	0.770	2.358	0.966	Y	Y	N	Y	N	N
4	0.369	0.211	0.395	0.328	2.397	2.709	0.991	1.801	2.332	1.261	Y	N	Y	Y	Y	N
5	0.376	0.222	0.417	0.333	2.373	2.555	1.380	1.101	2.686	1.255	Y	Y	Y	Y	Y	Y
6	0.390	0.248	0.376	0.336	2.305	2.420	1.480	0.682	2.798	1.260	Y	Y	N	Y	Y	N

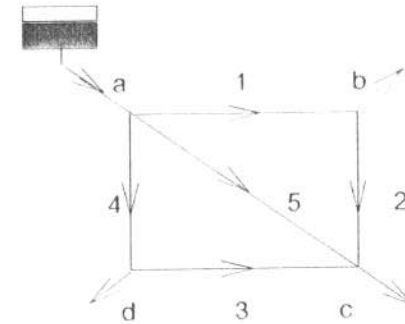
ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง หาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

วันที่ทำการทดลอง 7 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2541

Za = 0 cm. Zc = 0 cm.

Zb = 0 cm. Zd = 0 cm.



ตารางที่ ๒.2 ผลการทดลองครั้งที่ 7 - 12

ครั้งที่	ค่าจากมิเตอร์ (m. ³)										เวลา (hr:min:sec)										H (cm.)			
	a	b	c	d	1	2	3	4	5	Ta	Tb	Tc	Td	T1	T2	T3	T4	T5			Ha	Hb	Hc	Hd
7	7.749	4.091	1.776	5.102	3.885	2.363	1.931	3.779	3.026	142905	142935	142952	143031	143056	143133	143211	143230	143246			181.4	95.3	88.4	120.7
	7.866	4.132	1.852	5.120	3.942	2.383	1.965	3.829	3.047	143635	143702	143720	143755	143819	143835	143927	143945	144023						
8	8.089	4.195	1.963	5.188	4.050	2.438	2.006	3.845	3.086	150410	150443	150505	150532	150621	150642	150729	150757	150828			191.5	105.2	86.1	100.0
	8.229	4.231	2.048	5.235	4.114	2.475	2.031	3.915	3.110	151225	151259	151335	151353	151421	151451	151546	151607	151645						
9	8.400	4.268	2.132	5.294	4.190	2.521	2.054	3.997	3.136	152225	152250	152315	152335	152413	152430	152518	152539	152558			185.5	105.9	79.6	87.5
	8.499	4.285	2.201	5.332	4.235	2.551	2.067	4.053	3.154	152819	152855	152933	152949	153011	153050	153125	153210	153227						
10	8.674	4.333	2.285	5.377	4.326	2.586	2.115	4.135	3.186	153850	153922	154003	154048	154131	154205	154247	154318	154342			190.8	90.3	85.6	126.8
	8.795	4.381	2.357	5.390	4.379	2.599	2.148	4.179	3.204	154615	154632	154652	154729	154752	154827	154905	154940	155004						
11	8.923	4.427	2.420	5.418	4.444	2.623	2.178	4.240	3.226	155355	155417	155435	155519	155554	155621	155654	155719	155755			192.2	97.9	82.3	100.4
	9.057	4.463	2.506	5.456	4.504	2.650	2.203	4.302	3.247	160140	160200	160235	160258	160325	160346	160421	160449	160527						
12	9.159	4.488	2.547	5.491	4.548	2.675	2.217	4.354	3.263	160738	160810	160834	160858	160921	160945	161037	161101	161134			184.3	109.4	86.2	91.3
	9.286	4.512	2.623	5.543	4.605	2.711	2.233	4.424	3.285	161521	161557	161622	161658	161725	161807	161903	161924	161956						

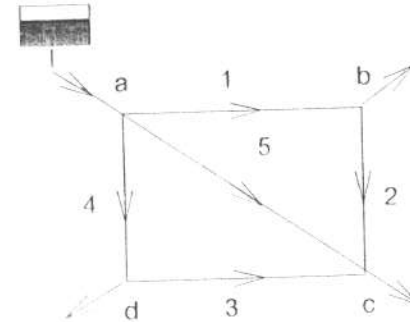
ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง หาค่า Friction Factors ใน Loop Pipe Networks

วันที่ทำการทดลอง 7 เดือน มีนาคม พศ. 2541

Za 0 cm. Zc 0 cm.

Zb 0 cm. Zd 0 cm.



ตารางที่ 1.2 ผลการทดลองครั้งที่ 7 - 12 (ต่อ)

ครั้งที่	อัตราการไหลจากการวัด q (cm. ³ /s)									h1(cm.)	h2(cm.)	h3(cm.)	h4(cm.)	h5(cm.)
	q_a	q_b	q_c	q_d	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	Ha-Hb	Hb-Hc	Hd-Hc	Ha-Hd	Ha-Hc
7	260.000	91.723	169.643	40.541	128.668	47.393	77.982	114.943	45.952	86.1	6.9	32.3	60.7	93.0
8	282.828	72.581	166.667	93.812	133.333	75.665	50.302	142.857	48.290	86.3	19.1	13.9	91.5	105.4
9	279.661	46.575	182.540	101.604	125.698	78.947	35.422	143.223	46.272	79.6	26.3	7.9	98.0	105.9
10	271.910	111.628	176.039	32.419	139.108	34.031	87.302	115.183	47.120	100.5	4.7	41.2	64.0	105.2
11	288.172	77.754	179.167	82.789	133.038	60.674	55.928	137.778	46.460	94.3	15.6	18.1	91.8	109.9
12	274.298	51.392	162.393	108.333	117.769	71.713	31.621	139.165	43.825	74.9	23.2	5.1	93.0	98.1