เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

เชาวยุทธ พรพิมลเทพ. หลักเกณฑ์การทำงานของถังตกตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513.

พิศาล ขยันสำรวจ. การศึกษาถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคลริไฟเออร์ที่ใช้กระเบื้องลอนคู่กับทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

วริษฐ์ มงคลศรี. การใช้ตะกอนในกระบวนการรวมตะกอนสำหรับกำจัดความขุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

วีระ อินทรกุล. การศึกษาถังตกตะกอนแบบโซลิดคอนแทคแคลริไฟเออร์ที่ใช้แผ่นฉนานเอียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

สมศักดิ์ ดำรงเลิศ. ฟลูอิดไดเซชั่น. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ภาษาอังกฤษ

Argaman, Y. A. Pilot-plant studies of flocculation. J. AWWA. 63 (Dec 1971): 775-777.

Barnes, D., and Wilson, F. Chemistry and Unit operations in Water treatment. Applied Science Publishers Ltd., 1983.

Bratby, J. Coagulation and Flocculation. Upland press Ltd., 1980.

Camp, T. R. Flocculation and Flocculation basin. Trans. ASCE. 120 (1955): 1-16.

_____. Floc Volume Concentration. J.AWWA. 60 (June 1968): 656-673.

Camp, T. R., and Stein, P.C. Velocity gradients and initial work in fluid motion. J. of Boston Soc. of Civil Eng. (Oct 1943)

Chao, J. L., and Stone, B. G. Initial mixing by Jet injection blending. J.AWWA. (Oct 1979): 570-573.

Committee Report. Capacity and Loadings of Suspended solids contact unit. J.AWWA. 43 (April 1951): 263-291.

Denn, M. M. Process Fluid Mechanics. Prentice-Hall, Inc., 1980

Fair, G. M., Gayer, J. C., and Okun, D. A. Water and Waste-water Engineering. John Wiley and Sons, Inc., 1968.

Foth, H. D. Fundamentals of Soil Science, 8th Ed. John Wiley and Sons, Inc., 1990.

Fox, R. W., and McDonald, A. T. Introduction to Fluid mechanic, 3rd Ed. John Wiley and Sons, Inc., 1985.

Francois, R. J., and Van Haute, A. A. Structure of hydroxide floc. Water Res. 19, No.10 (1985): 1249-1254.

Gillott, J. E. Clay in Engineering Geology. Elsevier Science Publishing Co.Inc., 1987.

Gregory, R. Floc Blanket Clarification. Technical Report TR 111: Treatment Division: Water research center, 1979.

_____. The Role of Colloid interactions in Solid-liquid separation. Water Sci. Tech. 27, No.10 (1993): 1-17.

Harnby, N., Edwards, M. F., and Nienow, A. W. Mixing in the Process Industries. Butterworth & Co., 1985.

Hudson Jr., H. E. Physical aspect of flocculation. J.AWWA. 57 (July 1965): 885-892.

_____. Water Clarification processes, Practical Design and evaluation, 1981.

Kalinske, A. A. Settling characteristics of suspensions in water treatment processes. J.AWWA. (Feb 1948): 113-120.

Lin, C. C. Floc growth during flocculation. A Thesis submitted in partial fulfilment of the requirement for the Degree of Master of Engineering Asian Institute of Technology, 1982.

Mayhew, J. W., and Raman, M. S. Clarifying water with polymers Asian Envi. J. of Envi.Sci.& Tech. for Bal. Devel. 6, No.3 (1984): 28-39.

Miller, D. G., West, J. T., and Robinson, M. Floc blanket clarification: The effect of physical variables on floc blanket behaviour using Aluminium sulphate as coagulant. Water and Water Eng. (June 1966): 240-245.

Oldhsue, J. Y., and Mady, O. B. Flocculation performance of mixing impellers. Chem. Eng. Prog. (Aug 1978): 103-108.

Patrick, E. A. F. An Introduction to Soil Science, 2nd Ed. Longman Scientific & Technical, 1986.

Sanks, R. L. Water treatment plant design: For the Practicing Engineer. Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1978.

Schwayer, W. L. K. Polyelectrolytes for Water and Wastewater treatment. CRC Press, Inc., 1981.

Snoeyink, V. L., and Jenkins, D. Water Chemistry. John Wiley & Sons, 1980.

Stumm, W., and O'Melia, C. R. Stoichiometry of Coagulation. J. AWWA. 60 (May 1968): 514-539.

Sutherland, D. N. A Theoretical model of floc structure. J.of Colloid and Interface Sci. 25 (1967): 373-380.

Tambo, N. Basic concepts and innovative turn of Coagulation/ flocculation. Water Supply Jonkoping 9 (1991): 1-10.

Tambo, N., and Hozumi, H. Physical characteristics of floc-II : Strength of floc. Wat.Res. 13 (1979): 421-427.

Tambo, N., and Watanabe, Y. Physical characteristics of floc-I: The Floc density function and Aluminium floc. Wat.Res. 13 (1979): 409-419.

_____. Physical aspect of flocculation process-I: Fundamental treatise. Wat.Res. 13 (1979): 429-439.

Vrale, L., and Jorden, R. M. Rapid mixing in water treatment. J. AWWA. 63 (Jan 1971): 52-58.

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงผลการทำ JAR TEST

ความเข้มข้นสารส้ม (มก/ล.)	ความเข้มข้นโพลิเมอร์ (มก/ล.)	ค่าความขุ่น (NTU)
5	0	46
10	0	33
15	0	25
20	0	11
25	0	10
30	0	8
5	0.05	50
10	0.05	36
15	0.05	17
20	0.05	14
25	0.05	9
30	0.05	6
5	0.10	50
10	0.10	27
15	0.10	17
20	0.10	11
25	0.10	9
30	0.10	6

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงผลการทำ JAR TEST (ต่อ)

ความเข้มข้นสารส้ม (มก/ล.)	ความเข้มข้นโพลิเมอร์ (มก/ล.)	ค่าความขุ่น (NTU)
5	0.15	45
10	0.15	37
15	0.15	21
20	0.15	17
25	0.15	13
30	0.15	7
5	0.20	50
10	0.20	48
15	0.20	24
20	0.20	17
25	0.20	12
30	0.20	6
5	0.30	44
10	0.30	32
15	0.30	17
20	0.30	15
25	0.30	8
30	0.30	5

ตารางที่ ข.1

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ

การทดลองชุดที่ 1 อัตราน้ำล้นผิว 30 ชม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวน รอบ/นาที	ค่าความขุ่น ,NTU					
			ชม.ที่ 1	ชม.ที่ 2	ชม.ที่ 3	ชม.ที่ 4	ชม.ที่ 5	ชม.ที่ 6
1	30	5	0.85	0.55	0.35	0.30	0.30	0.30
2	30	10	0.90	0.80	0.30	0.32	0.30	0.30
3	30	15	0.80	0.50	0.38	0.43	0.40	0.40
4	30	20	4.00	3.00	1.00	1.20	1.00	1.00
5	20	5	1.70	0.75	0.50	0.38	0.40	0.40
6	20	10	3.00	2.00	1.20	1.00	1.20	1.20
7	20	15	3.00	2.20	1.40	1.50	1.60	1.50
8	20	20	3.50	2.00	1.80	2.00	1.80	1.80
9	15	5	2.50	1.00	0.60	0.65	0.60	0.60
10	15	10	3.50	2.00	1.30	1.40	1.50	1.50
11	15	15	3.40	2.00	1.60	1.50	1.40	1.50
12	15	20	3.60	2.40	2.00	2.00	2.10	2.00
13	10	5	3.00	1.20	0.80	0.70	0.68	0.70
14	10	10	4.10	1.70	1.80	1.90	1.80	1.80
15	10	15	4.30	1.80	1.70	1.90	1.80	1.80
16	10	20	6.80	3.50	2.40	2.50	2.50	2.50

ตารางที่ ข.2

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ

การทดลองชุดที่ 2 อัตราน้ำล้นผิว 40 ชม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวน รอบ/นาที	ค่าความขุ่น .NTU					
			ชม.ที่ 1	ชม.ที่ 2	ชม.ที่ 3	ชม.ที่ 4	ชม.ที่ 5	ชม.ที่ 6
17	30	5	4.30	3.00	2.50	2.00	2.00	2.00
18	30	10	5.00	3.50	3.00	3.10	3.00	3.00
19	30	15	7.60	5.50	3.50	3.20	3.00	3.00
20	30	20	10.00	7.40	4.00	3.40	3.50	3.50
21	20	5	4.80	3.50	2.30	2.50	2.50	2.50
22	20	10	5.00	3.00	2.80	3.00	3.00	3.00
23	20	15	8.80	6.80	3.50	3.50	3.50	3.50
24	20	20	9.20	6.00	4.10	4.00	4.00	4.00
25	15	5	5.20	3.00	2.80	2.50	2.50	2.50
26	15	10	6.10	4.20	3.20	3.20	3.20	3.20
27	15	15	9.50	4.30	4.00	4.00	4.00	4.00
28	15	20	9.60	4.40	4.30	4.40	4.40	4.40
29	10	5	5.70	3.20	2.60	2.40	2.50	2.50
30	10	10	6.50	3.50	3.00	3.30	3.30	3.30
31	10	15	8.80	5.10	4.00	4.00	4.00	4.00
32	10	20	9.80	5.00	4.50	4.40	4.50	4.50

ตารางที่ ข.3

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ

การทดลองชุดที่ 3 อัตราน้ำล้นผิว 50 ชม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวน รอบ/นาที	ค่าความขุ่น .NTU					
			ชม.ที่ 1	ชม.ที่ 2	ชม.ที่ 3	ชม.ที่ 4	ชม.ที่ 5	ชม.ที่ 6
33	30	5	**	**	3.80	4.00	4.00	4.00
34	30	10	**	**	25.00	4.20	4.50	4.50
35	30	15	**	**	10.00	6.00	5.00	5.00
36	30	20	**	6.00	7.50	8.30	10.00	21.00
37	20	5	**	4.00	3.50	4.20	4.00	4.00
38	20	10	**	4.20	3.70	3.80	4.00	3.80
39	20	15	**	4.50	5.00	4.50	4.60	4.50
40	20	20	**	5.20	5.00	5.20	5.00	5.00
41	15	5	6.20	4.30	3.00	2.80	3.00	3.00
42	15	10	6.00	3.00	3.20	3.50	3.20	3.20
43	15	15	8.00	3.90	4.20	3.80	4.00	4.00
44	15	20	10.00	4.30	4.50	4.50	4.40	4.50
45	10	5	5.40	3.50	2.30	2.50	2.50	2.50
46	10	10	5.30	3.00	2.80	3.00	3.00	3.00
47	10	15	5.80	3.80	3.50	3.70	3.80	3.80
48	10	20	5.70	4.30	4.50	4.40	4.50	4.50

** ระบบกำลังปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลย์ จึงไม่สามารถวัดค่าความขุ่นได้

ตารางที่ ข.4

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ

การทดลองชุดที่ 4 อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวน รอบ/นาที	ค่าความขุ่น .NTU					
			ชม.ที่ 1	ชม.ที่ 2	ชม.ที่ 3	ชม.ที่ 4	ชม.ที่ 5	ชม.ที่ 6
49	30	5	**	**	37.00	35.00	20.00	20.00
50	30	10	**	**	23.00	25.00	23.00	23.00
51	30	15	**	7.80	8.30	9.50	17.00	25.00
52	30	20	**	6.50	8.70	10.00	27.00	37.00
53	20	5	**	5.20	4.80	5.00	5.00	5.00
54	20	10	**	5.30	5.50	5.20	5.50	5.50
55	20	15	**	**	30.00	7.50	7.20	7.20
56	20	20	**	**	9.20	7.40	7.50	7.50
57	15	5	7.50	3.80	4.00	4.20	4.00	4.00
58	15	10	8.20	5.00	4.80	5.00	5.00	5.00
59	15	15	7.80	5.80	5.50	5.30	5.50	5.50
60	15	20	9.50	7.20	7.30	7.20	7.00	7.00
61	10	5	4.00	3.30	3.50	3.80	3.50	3.50
62	10	10	5.80	5.50	5.00	5.20	5.00	5.00
63	10	15	6.00	5.00	5.20	5.20	5.00	5.00
64	10	20	8.00	5.50	5.00	5.50	5.50	5.50

** ระบบกำลังปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลย์ จึงไม่สามารถวัดค่าความขุ่นได้

ตารางที่ ค.1

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย

การทดลองชุดที่ 1 อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวนรอบ/นาที	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย กก./ลบม.	ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน มล./ล.	ค่าความขุ่นของน้ำผลิต NTU	ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ,%
1	30	5	15.510	200	0.30	99.40
2	30	10	14.020	190	0.30	99.40
3	30	15	13.180	160	0.40	99.20
4	30	20	11.410	150	1.00	98.00
5	20	5	16.730	200	0.40	99.20
6	20	10	15.770	190	1.20	97.60
7	20	15	13.560	170	1.50	97.00
8	20	20	13.970	170	1.80	96.40
9	15	5	20.370	195	0.60	98.80
10	15	10	19.530	190	1.50	97.00
11	15	15	18.560	180	1.50	97.00
12	15	20	18.000	172	2.00	96.00
13	10	5	21.320	195	0.70	98.60
14	10	10	20.530	190	1.80	96.40
15	10	15	21.340	185	1.80	96.40
16	10	20	19.580	180	2.50	95.00

ตารางที่ ค.2

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย

การทดลองชุดที่ 2 อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวน รอบ/นาที	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย กก./ลบม.	ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน มล./ล.	ค่าความขุ่นของน้ำผลิต NTU	ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ,%
17	30	5	10.390	150	2.00	96.00
18	30	10	9.580	150	3.00	94.00
19	30	15	9.000	145	3.00	94.00
20	30	20	8.550	120	3.50	93.00
21	20	5	12.980	155	2.50	95.00
22	20	10	12.800	150	3.00	94.00
23	20	15	10.000	145	3.50	93.00
24	20	20	8.540	135	4.00	92.00
25	15	5	16.770	160	2.50	95.00
26	15	10	16.590	150	3.20	93.60
27	15	15	15.850	145	4.00	92.00
28	15	20	12.050	143	4.40	91.20
29	10	5	19.610	165	2.50	95.00
30	10	10	19.550	150	3.30	93.40
31	10	15	17.870	145	4.00	92.00
32	10	20	13.800	142	4.50	91.00

ตารางที่ ค.3

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย

การทดลองชุดที่ 3 อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวนรอบ/นาที	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย กก./ลบม.	ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน มล./ล.	ค่าความขุ่นของน้ำผลิต NTU	ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ,%
33	30	5	5.550	87	4.00	92.00
34	30	10	5.180	65	4.50	91.00
35	30	15	3.200	54	5.00	90.00
36	30	20	1.460	0	**	**
37	20	5	13.710	148	4.00	92.00
38	20	10	12.980	145	3.80	92.40
39	20	15	11.990	120	4.50	91.00
40	20	20	5.740	70	5.00	90.00
41	15	5	18.050	152	3.00	94.00
42	15	10	17.360	150	3.20	93.60
43	15	15	13.240	140	4.00	92.00
44	15	20	12.460	120	4.50	91.00
45	10	5	20.880	155	2.50	95.00
46	10	10	18.890	150	3.00	94.00
47	10	15	17.710	145	3.80	92.40
48	10	20	13.700	122	4.50	91.00

** ระบบไม่เข้าสู่สภาวะสมดุลย์ และมีค่าความขุ่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ตารางที่ ค.4

แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย

การทดลองชุดที่ 4 อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที

ลำดับที่ทดลอง	ความเข้มข้นสารส้ม มก/ล.	ความเร็วรอบใบกวนรอบ/นาที	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย กก./ลบม.	ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน มล./ล.	ค่าความขุ่นของน้ำผลิต NTU	ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ,%
49	30	5	1.950	52	20.00	60.00
50	30	10	2.280	50	23.00	54.00
51	30	15	1.540	0	**	**
52	30	20	1.430	0	**	**
53	20	5	4.230	82	5.00	90.00
54	20	10	4.140	75	5.50	89.00
55	20	15	4.120	58	7.20	85.60
56	20	20	3.080	0	7.50	85.00
57	15	5	10.920	120	4.00	92.00
58	15	10	9.390	112	5.00	90.00
59	15	15	6.490	100	5.50	89.00
60	15	20	3.650	65	7.00	86.00
61	10	5	14.650	120	3.50	93.00
62	10	10	12.170	110	5.00	90.00
63	10	15	12.530	100	5.00	90.00
64	10	20	11.620	99	5.50	89.00

** ระบบไม่เข้าสู่สภาวะสมดุลย์ และมีค่าความขุ่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายวิจารณ์ ตันติธรรม

เกิด 29 กันยายน 2506 จังหวัด กรุงเทพมหานคร

การศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พศ.2528

สถานที่ทำงาน กองวิศวกรรมสุขาภิบาล กรมโยธาธิการ