

รายการอ้างอิง

1. T. Tanaka. Controlled Rolling of Steel Plate and Strip ,Int. metals Reviews, No.4,1981 : 185-212.
2. R.A. Higgins. Properties of Engineering Materials Second Edition,Edward Arnold 1994:236-237.
3. James F. Shackelford. Introduction to Materials Science for Engineers Third Edition,Macmillan 1992:314.
4. A.M.Sage. An Overview of the Use of Microalloys in HSLA Steels with Particular Reference to Vanadium and Titanium , HSLA Steels: Proc.Prop.And App.,1992:51-57.
5. F.B.Pickering. Physical Metallurgy and the Design of Steels ,1978,London,Applied Sciences Publishers Ltd.,p.60-87
6. K.J.Irvine,F.B.Pickering and T.Gladman. Grain – refined C-Mn Steels , JISI,Feb.1967,p.161
7. W.C.Leslie. Physical Metallurgy of Steels . New York,McGraw-Hill,1981,p.282
8. K. Narita, Trans, Iron&Steel Inst. Japan,15(1975) :145
9. W. Roberts and A. Sandberg,Report IM 1489, Stockholm,Swedish Inst.for Metals Res.,1985.
10. T. Gladman. “ Physical Metallurgy in HSLA Steels Theory and Practice “ ,HSLA Proceeding Conference, 1995:67.
11. P.S. Mitchell & W.B. Morrison.The Manufacture,Properties and Weldability of Vanadium-Ccontaining Steels,Vanitec,British Steel plc,Swinden Technology Centre.
12. A.J. DeArdo, Fundamental Aspects of the Physical Metallurgy of Thermomechanical Processing of Steels ,Thermec-88,1988,p.20
13. T.Tanaka,N.Tabata,T.Hatomaru and C.Shiga, Microalloying 75, edited by M.Korchynsky,New York ,Union Carbide Corporation,1977
14. G.Kim, O.Kwon, Formation of Abnormal Coarse Grain Structure in Hot-rolled Strips ,Ref.4,p.668
15. Okita ,et al, Nippon Kokan Technical Report,Oversea No.43 , 1985.
16. F.B. Pickering , Physical Metallurgy and the Design of Steels. London,Applied Science Publishers Ltd.,1978,p.60-87.

รายการอ้างอิง(ต่อ)

17. R.W.K.Honeycombe, Carbide Precipitation in Ferrite in Phase Transformation in Ferrous Alloys, Edited by A.Marder and J.Goldstein,TMS-AIME Warrendale,PA,1984,p.259
18. Kern, M.,In M. Kern, Proceeding of an International Symposium on HSLA Steels,Pittsburgh:AIME,1984.
19. Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials, E 8M,Annual Book of ASTM Standards.Vol.03.01, Philadelphia,ASTM, 1996:76-96.
20. A.O. Benschoter. " Carbon and Alloy Steels " , Metal Handbook Vol.9 Metallography and Microstructures,ASM 9 edition: 165-174.
21. " Standard Test Methods for Determining Average Grain Size" , E 112,Annual Book of ASTM Standards,Vol.03.03 .Philadelphia ,ASTM, 1995:226-247.
22. R.W.K.Honeycombe. " Carbide Precipitation in Ferrite in Phase Transformation in Ferrous Alloys " Edited by A.Marder and J.Goldstein, TMS-AIME Warrendale,PA,1984:259.
23. P.J.P. Bordignon ,K. Hulka,and B.L. Jones, " High Strength Steels for Automotive Applications " , Niobium Tech. Report NbTR-06/84,Dec,1984.
24. G. Krauss. Steels: Heat Treatment and Processing Principles,ASM Int.,1995:21-23,118-125.
25. C.R. Brooks. Principles of the Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels , Heat Treatment of Plain Carbon & Low Alloy Steels ,ASM Int,1996 :265-269.
26. L.J. Cuddy, Microstructures Developed During Thermomechanical Treatment of HSLA Steels ,Met.Trans. vol.12A, July 1981,p.1313.
27. B. Mintz and R. Abushosha, Iron&Steelmaking ,20,(6),1993,pp445-452.
28. บัญชา ธนบุญสมบัติ. การออกแบบทางวิศวกรรม การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพมหานคร,สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. หน้า103-105.
29. Andrzej K. Lis. Mechanical properties and microstructure of ULCB steels affected by thermomechanical rolling, quenching and tempering, Journal of Materials processing Technology 106 (2000) :212-218.

รายการอ้างอิง(ต่อ)

30. V. Ollilainen, W. Kasprzak and L. Holappa. The effect of silicon, vanadium and nitrogen on the microstructure and hardness of air cooled medium carbon low alloy steels, Journal of Materials Processing Technology 134 (2003) :405-412.
31. Ming-Chun Zhao, Ke Yang and Yiying Shan. The effects of thermo-mechanical control process on microstructures and mechanical properties of a commercial pipeline steel, Materials Science and Engineering A 335 (2002) :14-20.
32. S.Sankaran, V. Subramanya Sarma, V. Kaushik and K.A. Padmanabhan. Thermomechanical processing and characterisation of multi-phase microstructure in a V-bearing medium carbon micro-alloyed steel, Journal of Materials Processing Technology 139 (2003): 642-647.
33. J. Kliber and I. Schindler. Recrystallization/precipitation behaviour in microalloyed steels, Journal of Materials Processing Technology 60 (1996) :597-602.
34. M. Jahazi and B. Egbali. The influence of hot rolling parameters on the microstructure and mechanical properties of an ultra-high strength steel, Journal of Materials Processing Technology 103 (2000): 276-279.
35. P.C.M Rodrigues, E.V. Pereloma and D.B.Santos. Mechanical properties of an HSLA bainitic steel subjected to controlled rolling with accelerated cooling, Materials Science and Engineering A283 (2000) :136-143.



ภาคผนวก

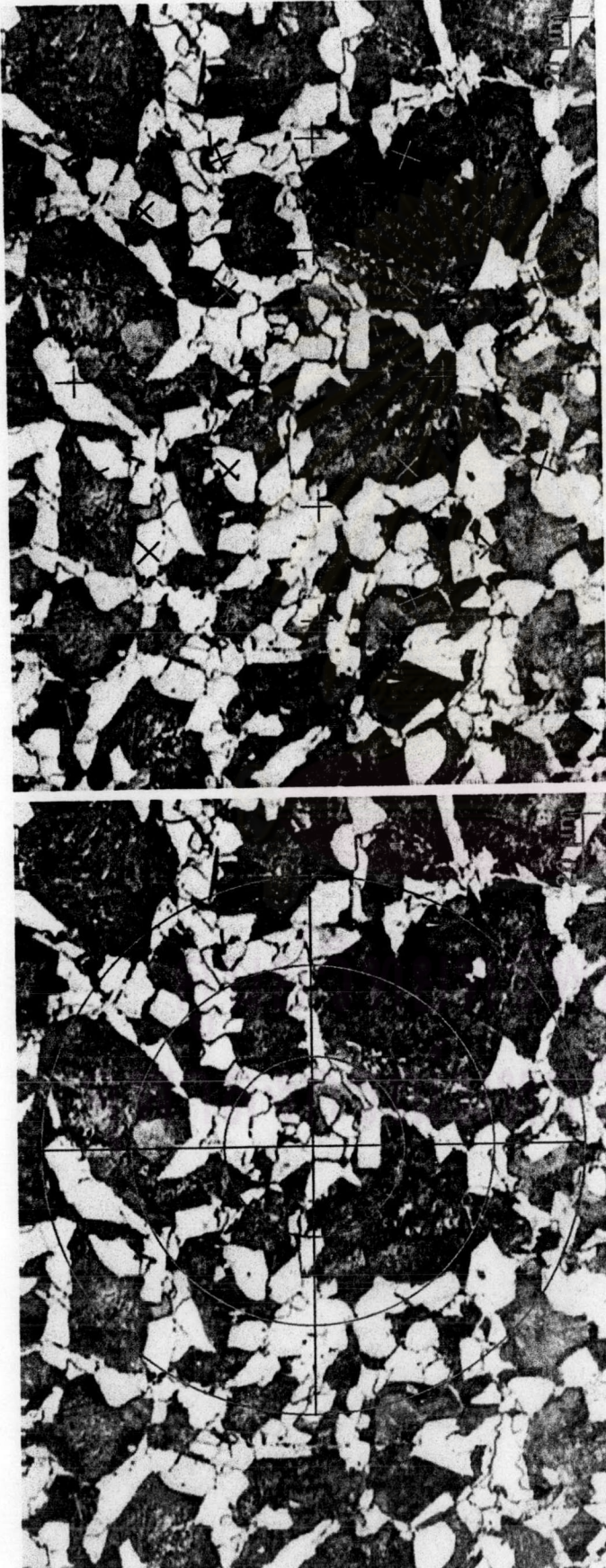
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ความยาวเส้น (L) = 500 มม. กำลังขยาย (M) = 120 เท่า
 จำนวนเกรนอสเฟนไนท์ที่ตัดเส้น (N_y) = 74

$$\begin{aligned} \text{ขนาดเกรนอสเฟนไนท์} &= \frac{\left(\frac{L}{M}\right)}{N_y} \\ &= \frac{\left(\frac{500 \times 10^3 \mu\text{m}}{120}\right)}{74} \\ &= 56 \mu\text{m} \end{aligned}$$

รูปที่ ก.1 ตัวอย่างวิธีการหาขนาดเกรนอสเฟนไนท์หลังการรีดหยาบที่อุณหภูมิ 1,100 °C



ความยาวเส้น (L) = 500 มม. กำลังขยาย (M) = 475 เท่า

จำนวนเกรนเฟอร์ไรท์ที่ตัดเส้น (N_α) = 34

จำนวนเกรนเฟอร์ไรท์บนจุด = 13

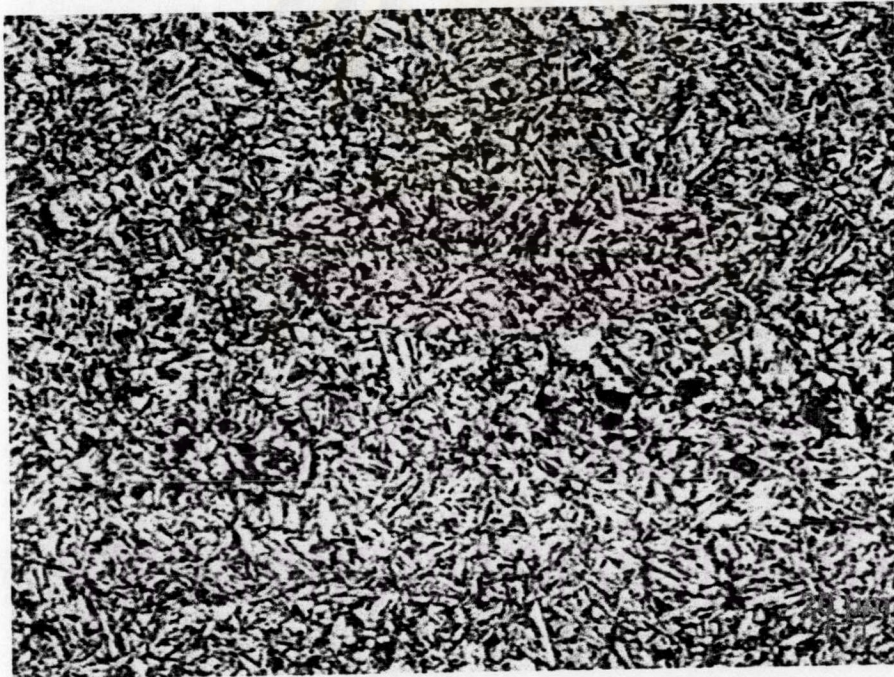
สัดส่วนปริมาตรของเกรนเฟอร์ไรท์ (V_α) = 13 / 24 = 0.54

$$\text{ขนาดเกรนเฟอร์ไรท์} = \frac{(V_\alpha) \left(\frac{L}{M} \right)}{N_\alpha} = \frac{.54 \times \left(\frac{500 \times 10^3 \mu\text{m}}{475} \right)}{34} = 16.7 \mu\text{m}$$

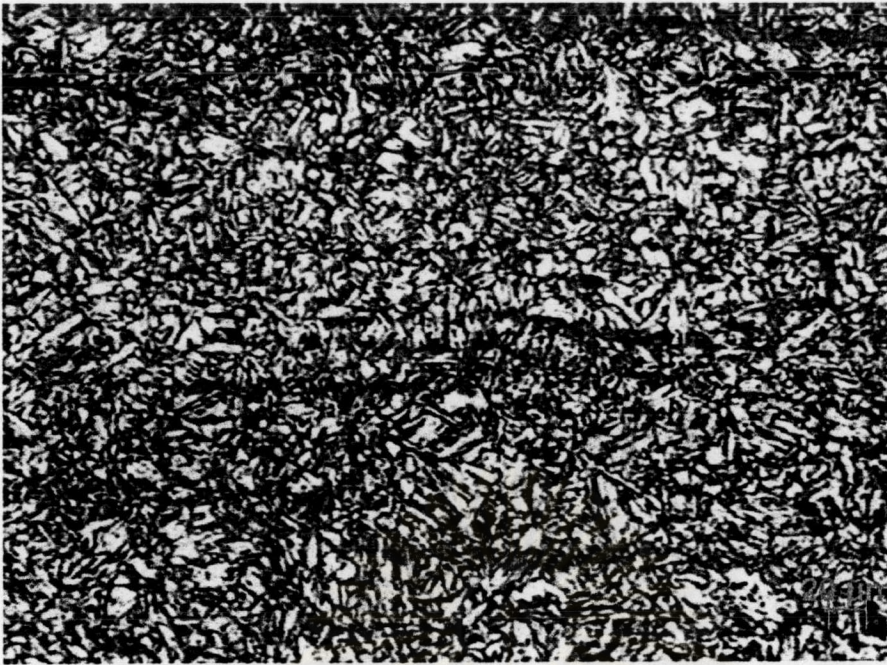
รูปที่ ก.2 ตัวอย่างวิธีการหาขนาดเกรนเฟอร์ไรท์ของชิ้นงานที่ใช้อัตราการเย็นตัว 1 °C/s ม้วนเก็บที่อุณหภูมิ 500 °C



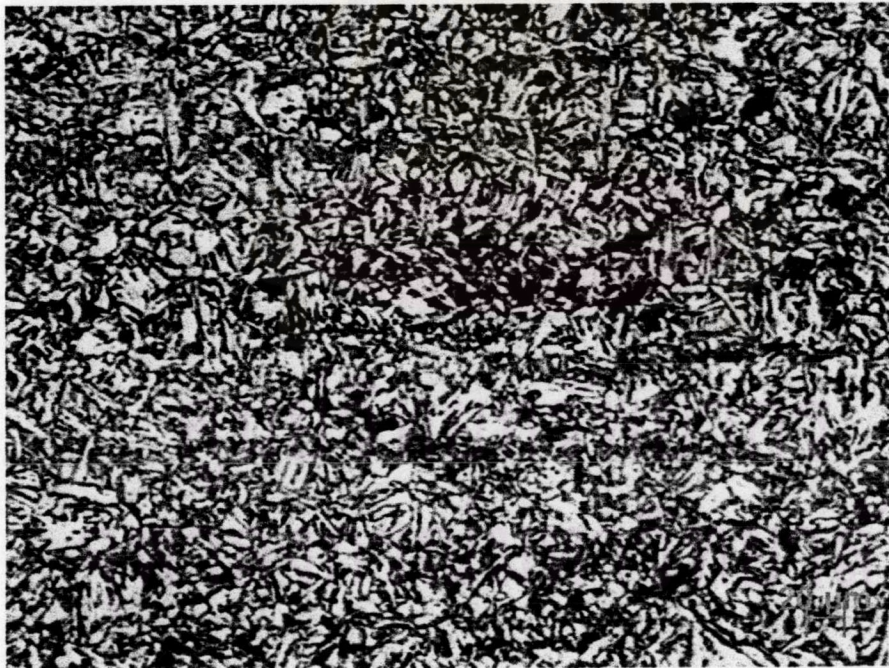
รูปที่ ก.3 โครงสร้างเฟอร์ไรท์-เพิร์ลไลท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $1^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปมีวนเก็บที่อุณหภูมิ $400^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



รูปที่ ก.4 โครงสร้างเฟอร์ไรท์-เพิร์ลไลท์-เบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $3^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปมีวนเก็บที่อุณหภูมิ $400^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



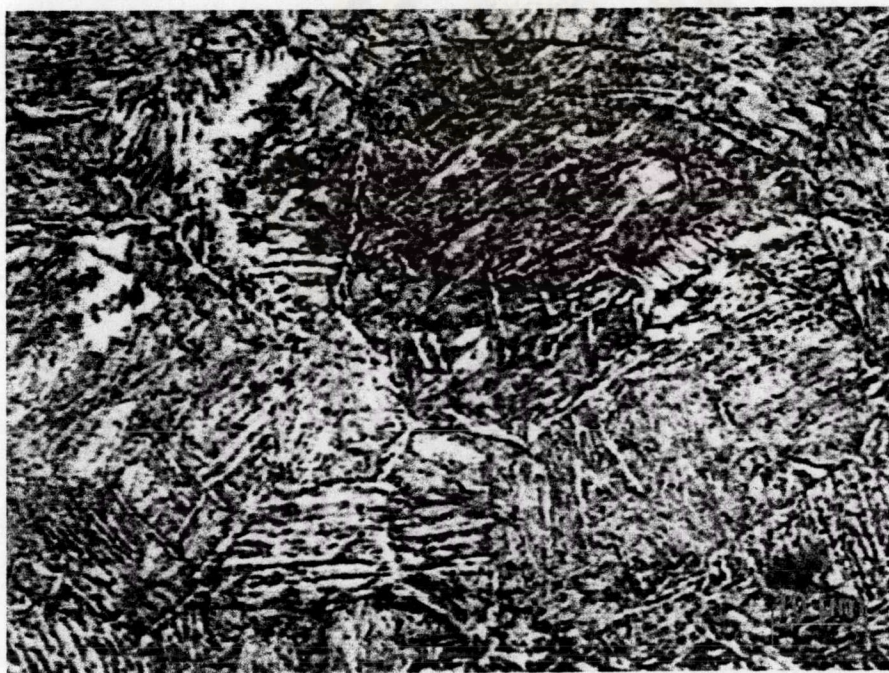
รูปที่ ก.5 โครงสร้างเบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ 1,150 °C รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ 1,100 °C และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ 1,000 °C แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว 5 °C/sec. ไปมันววนเก็บที่อุณหภูมิ 400 °C/sec.



รูปที่ ก.6 โครงสร้างเบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ 1,150 °C รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ 1,100 °C และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ 1,000 °C แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว 9 °C/sec. ไปมันววนเก็บที่อุณหภูมิ 400 °C/sec.



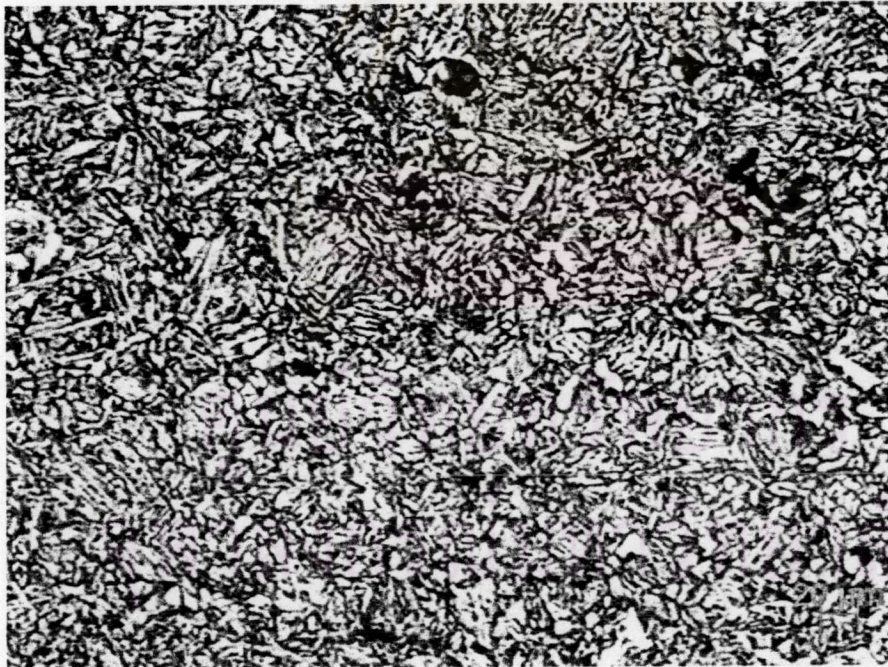
รูปที่ ก.7 โครงสร้างมาร์เทนไซต์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $20^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปม้วนเก็บที่อุณหภูมิ $400^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



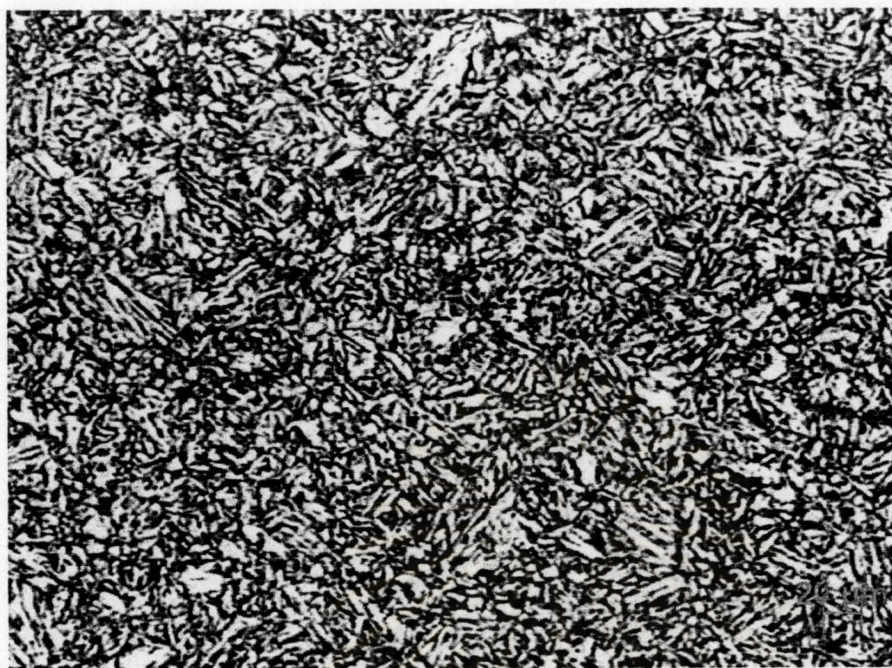
รูปที่ ก.8 โครงสร้างมาร์เทนไซต์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $20^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปม้วนเก็บที่อุณหภูมิ $400^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



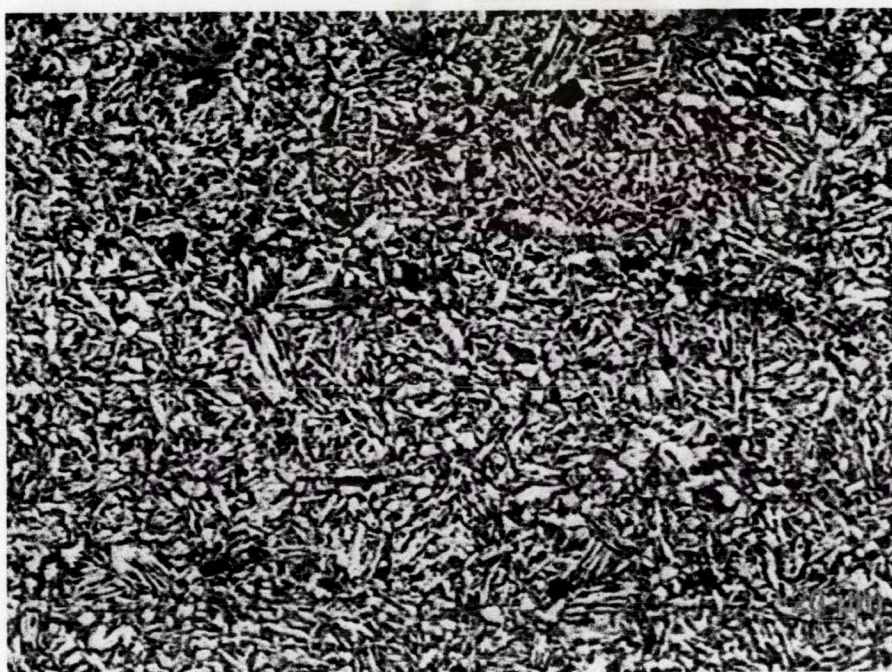
รูปที่ ก.9 โครงสร้างเฟอร์ไรท์-เพิร์ลไลท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $1^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปม้วนเก็บที่อุณหภูมิ $500^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



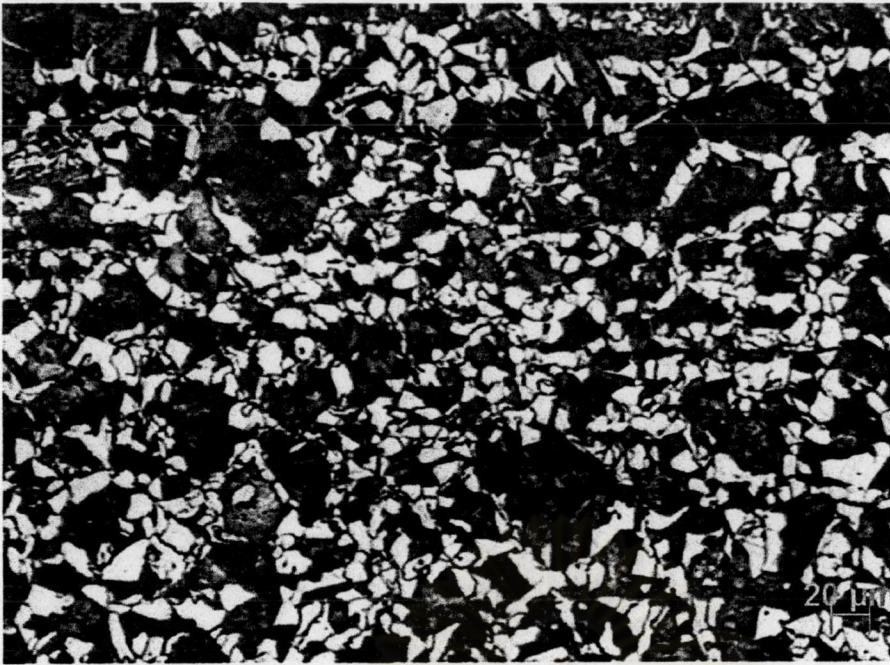
รูปที่ ก.10 โครงสร้างเฟอร์ไรท์-เพิร์ลไลท์-เบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $3^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปม้วนเก็บที่อุณหภูมิ $500^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



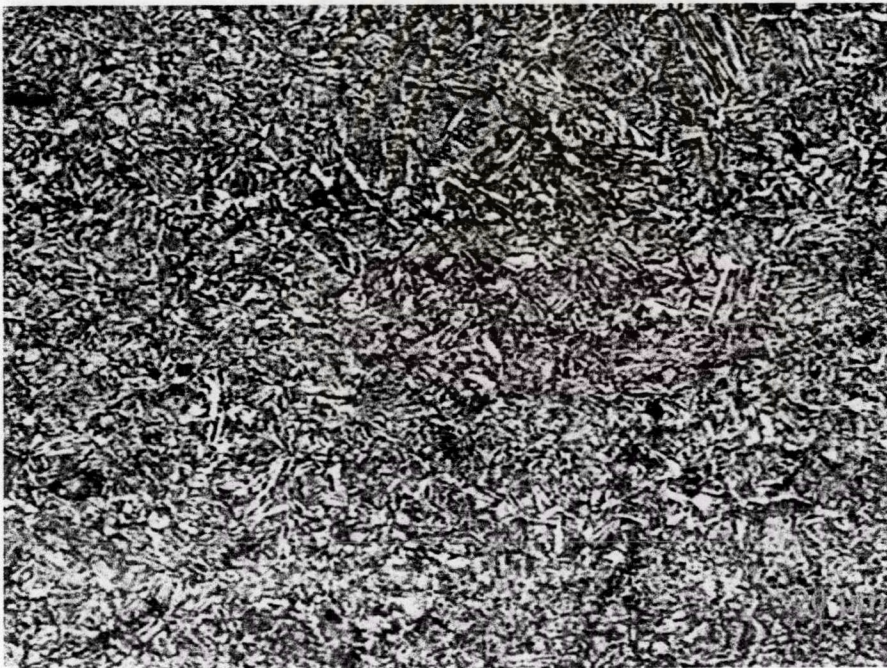
รูปที่ ก.11 โครงสร้างเบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ 1,150 °C รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ 1,100 °C และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ 1,000 °C แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว 5 °C/sec. ไปมีวนเก็บที่อุณหภูมิ 500 °C/sec.



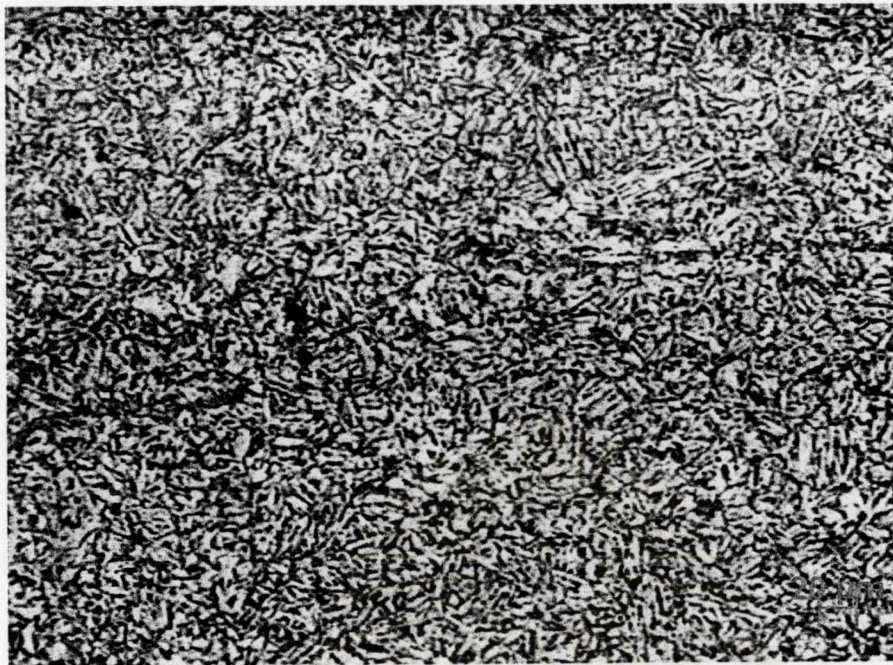
รูปที่ ก.12 โครงสร้างเบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ 1,150 °C รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ 1,100 °C และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ 1,000 °C แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว 9 °C/sec. ไปมีวนเก็บที่อุณหภูมิ 500 °C/sec.



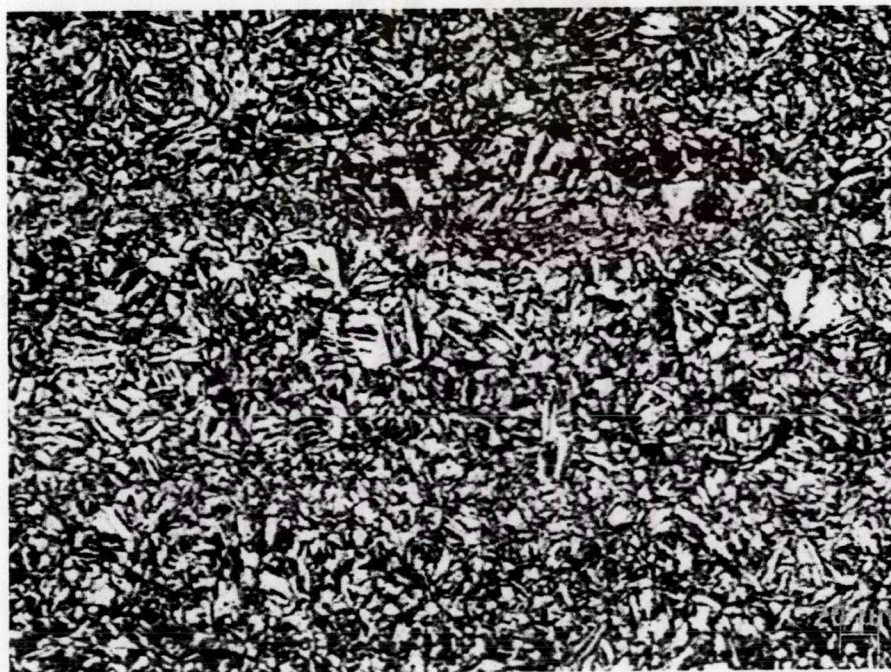
รูปที่ ก.13 โครงสร้างเพอร์ไรท์-เฟิร์ลไลท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $1^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปม้วนเก็บที่อุณหภูมิ $600^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



รูปที่ ก.14 โครงสร้างเพอร์ไรท์-เฟิร์ลไลท์-เบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ $1,150^{\circ}\text{C}$ รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ $1,000^{\circ}\text{C}$ แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว $3^{\circ}\text{C}/\text{sec}$. ไปม้วนเก็บที่อุณหภูมิ $600^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.



รูปที่ ก.15 โครงสร้างเบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ 1,150 °C รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ 1,100 °C และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ 1,000 °C แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว 5 °C/sec. ไปมีวนเก็บที่อุณหภูมิ 600 °C/sec.



รูปที่ ก.16 โครงสร้างเบนไนท์ หลังการอบให้ร้อนขึ้นอีกที่อุณหภูมิ 1,150 °C รีดหยาบ 42% ที่อุณหภูมิ 1,100 °C และรีดละเอียดด้วยปริมาณ 53.3% ที่อุณหภูมิ 1,000 °C แล้วเย็นตัวด้วยอัตราการเย็นตัว 9 °C/sec. ไปมีวนเก็บที่อุณหภูมิ 600 °C/sec.

ตัวอย่างข้อมูลดิบที่ได้จากการทำการทดสอบแรงดึง

Test Mode	Stroke	Tension	Up-Start	ok		
Test Spd1		1 mm/min				
Test Spd2		1 mm/min				
Change P.	off	mm				
Max Posn.		40 mm				
Load Cell		10000 kgf				
F.S. Load		10000 kgf	* 1			
Data Mode		Load-Extension				
F.S.Extn.		25 mm				
Ext. use		25 mm				
Crosshead	Stop					
BreakCrit		50	5 %			
Elastic	YES	mm	0.2	0.3		
Yp	YES	mode-1	0.3			
LYp	YES					
YS	YES	0.2	0.5			
LASE	YES	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05 mm
EASL	YES	10	20	30	40	50 kgf
Max.Point	YES					
Break Pt.	NO					
Energy	YES					
Pass/Fail	NO	Lower	0 Upper			100 kgf
Mean	NO					
Std-D	NO	N-1				
Range	NO					
G.L.grip		69 mm				
G.L.exten		50 mm				

No.	Time [sec]	Load [kgf]	Stress		Strain			
			(Mpa)	[%]	%stroke	[%]	%extens	
1	0.1	30		0	5.51E-02	0.00E+00	0.2125	0
2	0.2	32.5	1.343539	5.80E-02	2.90E-03		0.2125	0
3	0.3	32.5	1.343539	6.09E-02	5.80E-03		0.2125	0
4	0.4	32.5	1.343539	6.23E-02	7.25E-03		0.2125	0
5	0.5	35	2.687078	6.52E-02	1.01E-02		0.2125	0
6	0.6	35	2.687078	6.81E-02	1.30E-02		0.2125	0
7	0.7	35	2.687078	6.96E-02	1.45E-02		0.2125	0
8	0.8	35	2.687078	7.25E-02	1.74E-02		0.2125	0
9	0.9	37.5	4.030617	7.54E-02	2.03E-02		0.2125	0
10	1	37.5	4.030617	0.076812	2.17E-02		0.2125	0
11	1.1	37.5	4.030617	7.97E-02	2.46E-02		0.225	0.0125
12	1.2	37.5	4.030617	8.26E-02	2.75E-02		0.225	0.0125
13	1.3	40	5.374156	8.41E-02	2.90E-02		0.225	0.0125
14	1.4	40	5.374156	8.70E-02	3.19E-02		0.225	0.0125
15	1.5	40	5.374156	8.99E-02	3.48E-02		0.225	0.0125
16	1.6	40	5.374156	9.13E-02	3.62E-02		0.225	0.0125
17	1.7	40	5.374156	0.094203	3.91E-02		0.225	0.0125
18	1.8	42.5	6.717695	9.71E-02	4.20E-02		0.225	0.0125
19	1.9	42.5	6.717695	9.86E-02	4.35E-02		0.225	0.0125
20	2	42.5	6.717695	0.101449	4.64E-02		0.225	0.0125
21	2.1	42.5	6.717695	0.104348	4.93E-02		0.225	0.0125
22	2.2	42.5	6.717695	0.105797	5.07E-02		0.225	0.0125
23	2.3	45	8.061234	0.108696	5.36E-02		0.225	0.0125
24	2.4	45	8.061234	0.111594	5.65E-02		0.225	0.0125
25	2.5	45	8.061234	0.113044	5.80E-02		0.225	0.0125
26	2.6	45	8.061234	0.115942	6.09E-02		0.225	0.0125
27	2.7	45	8.061234	0.118841	6.38E-02		0.225	0.0125
28	2.8	45	8.061234	0.12029	6.52E-02		0.225	0.0125
29	2.9	45	8.061234	0.123188	6.81E-02		0.225	0.0125
30	3	45	8.061234	0.126087	7.10E-02		0.225	0.0125
31	3.1	45	8.061234	0.127536	7.25E-02		0.225	0.0125
32	3.2	45	8.061234	0.130435	7.54E-02		0.225	0.0125

33	3.3	45	8.061234	0.133333	7.83E-02	0.225	0.0125
34	3.4	45	8.061234	0.134783	7.97E-02	0.225	0.0125
35	3.5	45	8.061234	0.137681	8.26E-02	0.225	0.0125
36	3.6	45	8.061234	0.14058	8.55E-02	0.225	0.0125
37	3.7	45	8.061234	0.142029	8.70E-02	0.225	0.0125
38	3.8	45	8.061234	0.144928	8.99E-02	0.225	0.0125
39	3.9	45	8.061234	0.147826	9.28E-02	0.225	0.0125
40	4	45	8.061234	0.149275	9.42E-02	0.225	0.0125
41	4.1	45	8.061234	0.152174	9.71E-02	0.225	0.0125
42	4.2	45	8.061234	0.155073	1.00E-01	0.225	0.0125
43	4.3	45	8.061234	0.156522	1.01E-01	0.225	0.0125
44	4.4	45	8.061234	0.15942	1.04E-01	0.225	0.0125
45	4.5	45	8.061234	0.162319	1.07E-01	0.225	0.0125
46	4.6	45	8.061234	0.163768	1.09E-01	0.225	0.0125
47	4.7	45	8.061234	0.166667	1.12E-01	0.225	0.0125
48	4.8	45	8.061234	0.169565	1.14E-01	0.225	0.0125
49	4.9	45	8.061234	0.171015	1.16E-01	0.225	0.0125
50	5	45	8.061234	0.173913	1.19E-01	0.225	0.0125
51	5.1	45	8.061234	0.176812	1.22E-01	0.225	0.0125
52	5.2	45	8.061234	0.178261	1.23E-01	0.225	0.0125
53	5.3	45	8.061234	0.181159	1.26E-01	0.225	0.0125
54	5.4	45	8.061234	0.182609	1.28E-01	0.225	0.0125
55	5.5	45	8.061234	0.185507	1.30E-01	0.225	0.0125
56	5.6	45	8.061234	0.188406	1.33E-01	0.225	0.0125
57	5.7	45	8.061234	0.191304	1.36E-01	0.225	0.0125
58	5.8	45	8.061234	0.192754	1.38E-01	0.225	0.0125
59	5.9	45	8.061234	0.195652	1.41E-01	0.225	0.0125
60	6	45	8.061234	0.197102	1.42E-01	0.225	0.0125
61	6.1	45	8.061234	0.2	1.45E-01	0.225	0.0125
62	6.2	45	8.061234	0.202899	1.48E-01	0.225	0.0125
63	6.3	45	8.061234	0.205797	1.51E-01	0.225	0.0125
64	6.4	45	8.061234	0.207246	1.52E-01	0.225	0.0125
65	6.5	45	8.061234	0.210145	1.55E-01	0.225	0.0125
66	6.6	45	8.061234	0.211594	1.57E-01	0.225	0.0125

67	6.7	45	8.061234	0.214493	1.59E-01	0.225	0.0125
68	6.8	45	8.061234	0.217391	1.62E-01	0.225	0.0125
69	6.9	45	8.061234	0.218841	1.64E-01	0.225	0.0125
70	7	45	8.061234	0.221739	1.67E-01	0.225	0.0125
71	7.1	45	8.061234	0.224638	1.70E-01	0.225	0.0125
72	7.2	45	8.061234	0.226087	1.71E-01	0.225	0.0125
73	7.3	45	8.061234	0.228986	1.74E-01	0.225	0.0125
74	7.4	45	8.061234	0.231884	1.77E-01	0.225	0.0125
75	7.5	45	8.061234	0.234783	1.80E-01	0.225	0.0125
76	7.6	45	8.061234	0.236232	1.81E-01	0.225	0.0125
77	7.7	45	8.061234	0.23913	1.84E-01	0.225	0.0125
78	7.8	45	8.061234	0.24058	1.86E-01	0.225	0.0125
79	7.9	45	8.061234	0.243478	1.88E-01	0.225	0.0125
80	8	45	8.061234	0.246377	1.91E-01	0.225	0.0125
81	8.1	45	8.061234	0.247826	1.93E-01	0.225	0.0125
82	8.2	45	8.061234	0.250725	1.96E-01	0.225	0.0125
83	8.3	45	8.061234	0.253623	1.99E-01	0.225	0.0125
84	8.4	45	8.061234	0.255073	2.00E-01	0.225	0.0125
85	8.5	45	8.061234	0.257971	2.03E-01	0.225	0.0125
86	8.6	45	8.061234	0.26087	2.06E-01	0.225	0.0125
87	8.7	45	8.061234	0.262319	2.07E-01	0.225	0.0125
88	8.8	45	8.061234	0.265217	2.10E-01	0.225	0.0125
89	8.9	45	8.061234	0.268116	2.13E-01	0.225	0.0125
90	9	45	8.061234	0.269565	2.14E-01	0.225	0.0125
91	9.1	45	8.061234	0.272464	2.17E-01	0.225	0.0125
92	9.2	45	8.061234	0.275362	2.20E-01	0.225	0.0125
93	9.3	45	8.061234	0.276812	2.22E-01	0.225	0.0125
94	9.4	45	8.061234	0.27971	2.25E-01	0.225	0.0125
95	9.5	45	8.061234	0.282609	2.28E-01	0.225	0.0125
96	9.6	45	8.061234	0.284058	2.29E-01	0.225	0.0125
97	9.7	45	8.061234	0.286957	2.32E-01	0.225	0.0125
98	9.8	45	8.061234	0.289855	2.35E-01	0.225	0.0125
99	9.9	45	8.061234	0.291304	2.36E-01	0.225	0.0125
100	10	45	8.061234	0.294203	2.39E-01	0.225	0.0125

101	10.1	45	8.061234	0.297101	2.42E-01	0.225	0.0125
102	10.2	45	8.061234	0.298551	2.43E-01	0.225	0.0125
103	10.3	45	8.061234	0.301449	2.46E-01	0.225	0.0125
104	10.4	45	8.061234	0.304348	2.49E-01	0.225	0.0125
105	10.5	45	8.061234	0.305797	2.51E-01	0.225	0.0125
106	10.6	45	8.061234	0.308696	2.54E-01	0.225	0.0125
107	10.7	45	8.061234	0.311594	2.57E-01	0.225	0.0125
108	10.8	45	8.061234	0.313044	2.58E-01	0.225	0.0125
109	10.9	45	8.061234	0.315942	2.61E-01	0.225	0.0125
110	11	45	8.061234	0.318841	2.64E-01	0.225	0.0125
111	11.1	45	8.061234	0.32029	2.65E-01	0.225	0.0125
112	11.2	45	8.061234	0.323188	2.68E-01	0.225	0.0125
113	11.3	45	8.061234	0.326087	2.71E-01	0.225	0.0125
114	11.4	45	8.061234	0.327536	2.72E-01	0.225	0.0125
115	11.5	45	8.061234	0.330435	2.75E-01	0.225	0.0125
116	11.6	45	8.061234	0.333333	2.78E-01	0.225	0.0125
117	11.7	45	8.061234	0.334783	2.80E-01	0.225	0.0125
118	11.8	45	8.061234	0.337681	2.83E-01	0.225	0.0125
119	11.9	45	8.061234	0.34058	2.86E-01	0.225	0.0125
120	12	45	8.061234	0.342029	2.87E-01	0.225	0.0125
121	12.1	45	8.061234	0.344928	2.90E-01	0.225	0.0125
122	12.2	45	8.061234	0.347826	2.93E-01	0.225	0.0125
123	12.3	45	8.061234	0.349275	2.94E-01	0.225	0.0125
124	12.4	45	8.061234	0.352174	2.97E-01	0.225	0.0125
125	12.5	45	8.061234	0.355073	3.00E-01	0.225	0.0125
126	12.6	45	8.061234	0.356522	3.01E-01	0.225	0.0125
127	12.7	45	8.061234	0.35942	3.04E-01	0.225	0.0125
128	12.8	47.5	9.404773	0.362319	3.07E-01	0.225	0.0125
129	12.9	47.5	9.404773	0.363768	3.09E-01	0.225	0.0125
130	13	47.5	9.404773	0.366667	3.12E-01	0.225	0.0125
131	13.1	47.5	9.404773	0.369565	3.14E-01	0.225	0.0125
132	13.2	47.5	9.404773	0.371015	3.16E-01	0.225	0.0125
133	13.3	47.5	9.404773	0.373913	3.19E-01	0.225	0.0125
134	13.4	47.5	9.404773	0.376812	3.22E-01	0.225	0.0125

135	13.5	47.5	9.404773	0.378261	3.23E-01	0.225	0.0125
136	13.6	47.5	9.404773	0.381159	3.26E-01	0.225	0.0125
137	13.7	47.5	9.404773	0.384058	3.29E-01	0.225	0.0125
138	13.8	47.5	9.404773	0.385507	3.30E-01	0.225	0.0125
139	13.9	47.5	9.404773	0.388406	3.33E-01	0.225	0.0125
140	14	47.5	9.404773	0.391304	3.36E-01	0.225	0.0125
141	14.1	47.5	9.404773	0.392754	3.38E-01	0.225	0.0125
142	14.2	47.5	9.404773	0.395652	3.41E-01	0.225	0.0125
143	14.3	47.5	9.404773	0.398551	3.43E-01	0.225	0.0125
144	14.4	47.5	9.404773	0.4	3.45E-01	0.225	0.0125
145	14.5	47.5	9.404773	0.402899	3.48E-01	0.225	0.0125
146	14.6	47.5	9.404773	0.405797	3.51E-01	0.225	0.0125
147	14.7	50	10.74831	0.407246	3.52E-01	0.225	0.0125
148	14.8	50	10.74831	0.410145	3.55E-01	0.225	0.0125
149	14.9	50	10.74831	0.413044	3.58E-01	0.225	0.0125
150	15	47.5	9.404773	0.414493	3.59E-01	0.225	0.0125
151	15.1	47.5	9.404773	0.417391	3.62E-01	0.225	0.0125
152	15.2	50	10.74831	0.42029	3.65E-01	0.225	0.0125
153	15.3	50	10.74831	0.421739	3.67E-01	0.225	0.0125
154	15.4	47.5	9.404773	0.424638	3.70E-01	0.225	0.0125
155	15.5	47.5	9.404773	0.426087	3.71E-01	0.225	0.0125
156	15.6	47.5	9.404773	0.428986	3.74E-01	0.225	0.0125
157	15.7	47.5	9.404773	0.431884	3.77E-01	0.225	0.0125
158	15.8	47.5	9.404773	0.434783	3.80E-01	0.225	0.0125
159	15.9	47.5	9.404773	0.436232	3.81E-01	0.225	0.0125
160	16	47.5	9.404773	0.43913	3.84E-01	0.225	0.0125
161	16.1	47.5	9.404773	0.44058	3.86E-01	0.225	0.0125
162	16.2	47.5	9.404773	0.443478	3.88E-01	0.225	0.0125
163	16.3	47.5	9.404773	0.446377	3.91E-01	0.225	0.0125
164	16.4	47.5	9.404773	0.449275	3.94E-01	0.225	0.0125
165	16.5	47.5	9.404773	0.450725	3.96E-01	0.225	0.0125
166	16.6	47.5	9.404773	0.453623	3.99E-01	0.225	0.0125
167	16.7	47.5	9.404773	0.455073	4.00E-01	0.225	0.0125

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล

นาย ฉัฐพล รัตนมาลี

วัน-เดือน-ปีเกิด

18 กรกฎาคม 2522

ที่อยู่

73/13 ซอยมัทนา 10 ถนนฉิมพลี
แขวงฉิมพลี เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร 10170

วุฒิการศึกษา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโลหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2543

โทรศัพท์ติดต่อ

09-115-0803



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย