



Photo. 1. Crack of alloy cast steel.



Photo. 4. Ductile cast steel.



Photo. 2. Alloy cast steel.

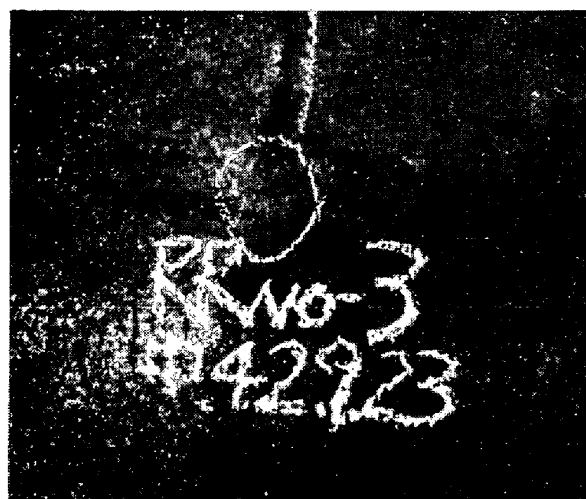


Photo. 5. Ductile cast steel.

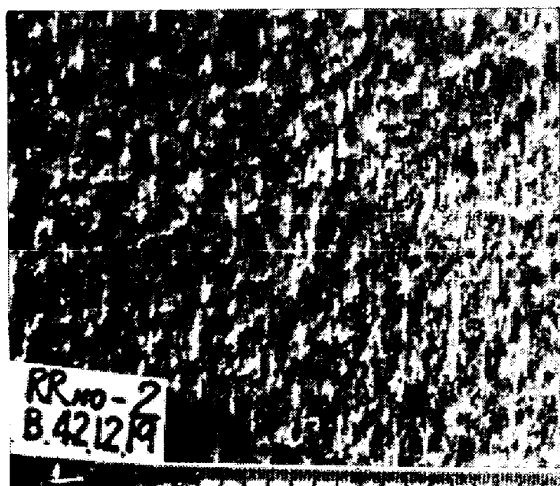


Photo. 3. Ductile cast steel.

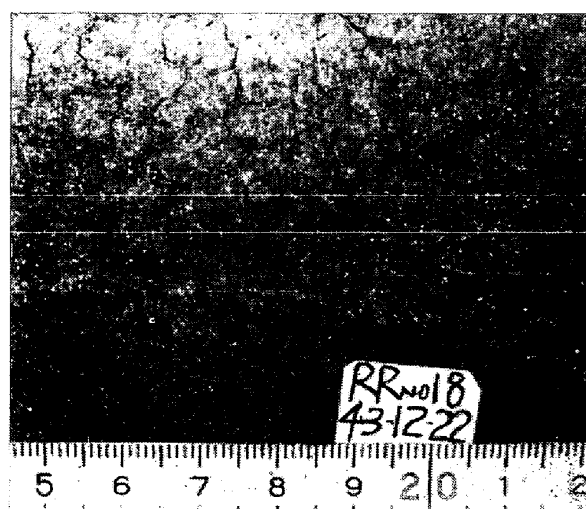


Photo. 6. Ductile cast steel.

鋭い凸起の出るものが最悪の状態を示した。

鋼板に与えた疵の例を示すと Photo. 7 のごとくである。

また Fig. 1, 2, 3 に疵の発生経過とクラックの断面、

スケール噛込み状況を示す。

これらのロールに対して、ロール組替周期の短縮、ロール冷却水の増量、ロール切削量の増加、更には材質の

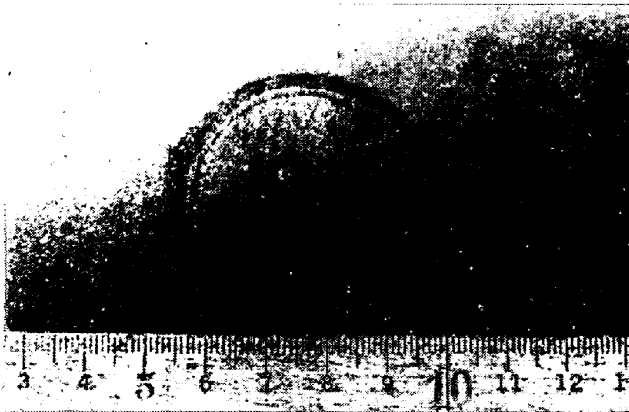
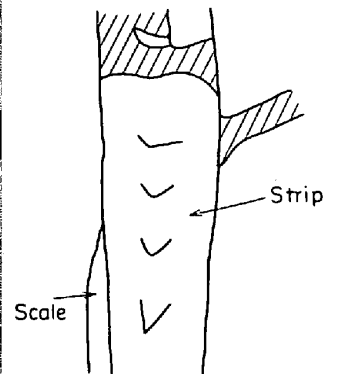


Photo. 7. Flake on the strip surface.



Fig. 3. The cross section of roll crack.

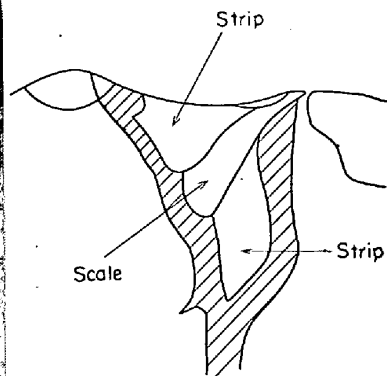


Step	Cross section	Exposition
1		Birth of firecrack, standing from lathing pattern
2		Rising of both side by tension and compression of roll surface, heating and cooling
3		Projection of roll surface by strip biting
4		Dent of roll surface by scale dropping

Fig. 1. Growth of surface chaps.



Fig. 2. The cross section of rool crack.



変更など、順次対策をとっているが、とくに材質について、第1期、2期に分けて述べる。

2.1 第1期対策

初期の肌荒れ状況から、特殊鋼はシャープなファイアクラックが原因となっており、とくにバンド状クラックは、分塊ロールで経験したように、深いクラックとなり、折損にも通ずる欠陥となるので、改良は困難であると判断した。それに反して、球状黒鉛鋼は、鑄造上の欠

陥が、主原因であるので改良の可能性が十分あるとの見解から、第1期は球状黒鉛鋼について、次の対策をとった。

- (1) C%を1.3~1.4と高いほうに統一し、熱応力による表面層の塑性変形に対する抵抗を強めた。
- (2) 一部 Cr%を0.9と高め、黒鉛の安定化、および耐摩耗性を高めた。
- (3) 精錬、造形方法の改善、および一部 Si%を0.2低減することにより、鑄巣、ゴーストの解消、および黒鉛形状の安定化をはかった。

以上を初期とあわせて化学成分、機械的性質をTable 1に示す。

これら対策ロールの使用結果は、Photo. 8~15に示

すように、クラックの両側が盛上がることのない、亀甲状クラックと、鋭い凸起のない杉皮状の肌荒れが得られ、ほぼ初期の目的を達成した。

しかし、この好成績の背景には、

- (4) Photo. 10, 13, 15, でわかるよう切削ごとに胴中央をプランジカットし、クラックの深さを確認の上、クラックの完全削除を行なった。そのため、従来の7 mm/回の切削量は、12~15 mm/回と増量となった。

Table 1. Properties of RR roll at the beginning and the first step.

Classification	Material	Chemical composition %								Material properties					Production date	Rolling results t / mm
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	T.S.	El.	R.A.	I.V.	Hs		
Beginning	Alloy c.s.	1.03	0.43	0.54	0.013	0.009	—	0.87	0.33	kg/mm ² 106	% 9	% 8	—	41	^s 38-5	22 400
First trial	Alloy c.s.	0.75	0.45	0.67	0.016	0.008	0.57	0.49	0.24	73	19	20	4.4	34	42-7	6 000
	Alloy c.s.	0.65	0.45	0.69	0.009	0.008	0.62	0.52	0.33	71	10	22	—	35	42-11	6 200
	Ductile c.s.	1.20	1.48	0.70	0.017	0.010	0.60	0.49	0.33	71	4	5	0.6	35	40-7	6 000
	Ductile c.s.	1.28	1.51	0.64	0.015	0.007	0.55	0.47	0.35	66	3	3	0.6	37	42-7	7 100
First Improvement	Ductile c.s.	1.26	1.45	0.70	0.016	0.007	0.57	0.89	0.38	63	1	2	0.3	37	44-1	8 300
	Ductile c.s.	1.31	1.51	0.68	0.013	0.008	0.57	0.92	0.34	64	2	2	0.3	37	44-7	8 500
	Ductile c.s.	1.34	1.64	0.40	0.016	0.010	—	0.30	0.16	73	7	8	—	34	43-11	8 300
	Ductile c.s.	1.42	1.57	0.72	0.007	0.011	0.29	0.39	0.86	71	6	7	—	34	44-4	8 950

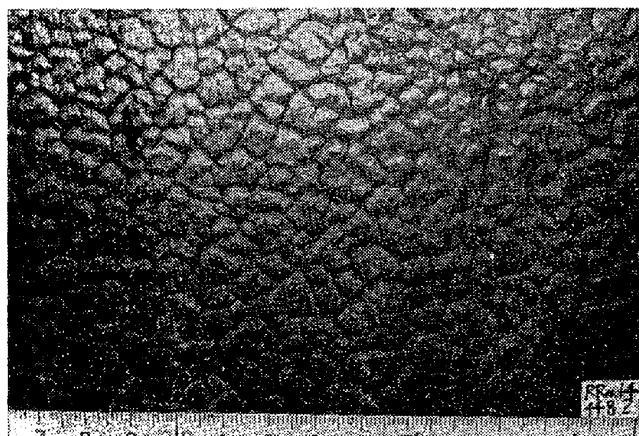


Photo. 8. Hexagonal pattern crack.

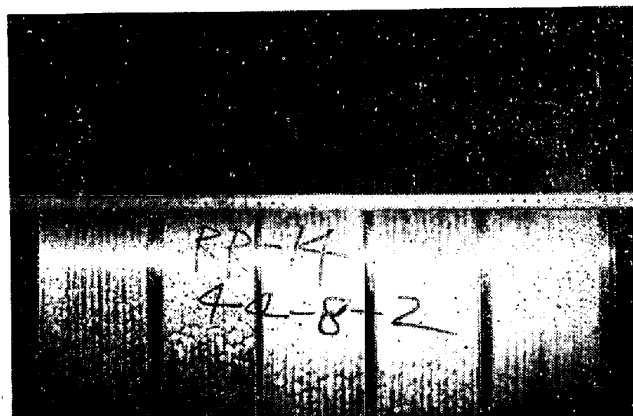


Photo. 10. Hexagonal pattern (plunge cut).

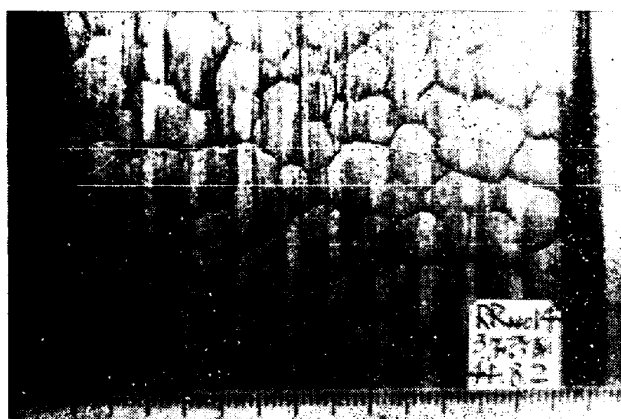


Photo. 9. Hexagonal pattern (3 mm lathing).

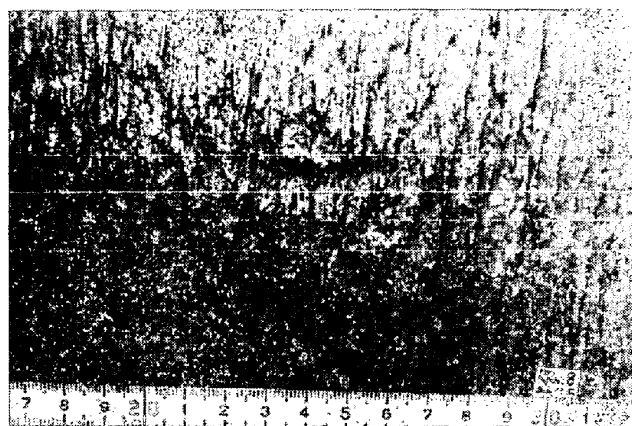


Photo. 11. Cedar bark pattern crack.

(5) 仕上面精度をヘール仕上から、グラインダー仕上に改めた。

という、ロール原単位、および作業性の上で大きな犠牲があつた。

さらには、球状黒鉛鋼の特徴である、噛み止めにより、Photo. 14, 15 に示すような深いクラックが発生し、切削量は 100 mm にもおよび、ロール寿命を 50 % に縮めるといふ致命傷を受けた。

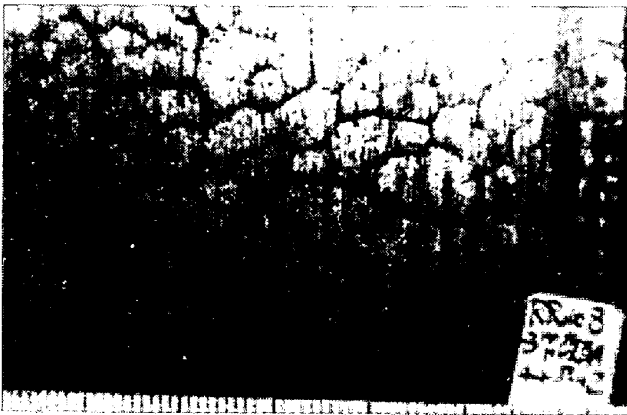


Photo. 12. Cedar bark (3 mm lathing).

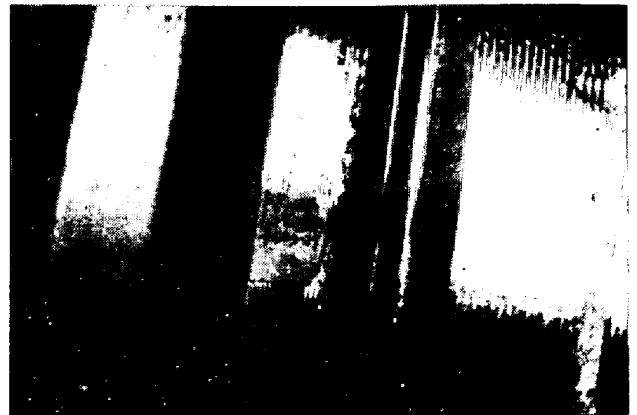


Photo. 15. 60 mm lathing.

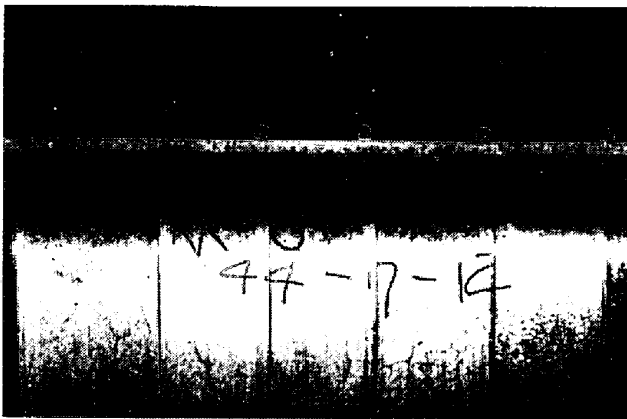


Photo. 13. Cedar bark (plunge cut).

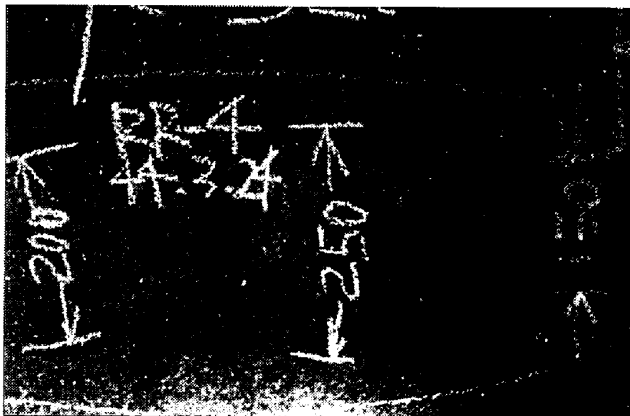


Photo. 14. Deep crack.

2.2 第 2 期対策

第 1 期対策品は、嚙止時の耐熱性に大きな欠陥があり、

さらに径小時にやはり、鑄巣およびゴーストが発生することで、これらの是正が必要であったが、これに加えて、

(1) ビルトアップ防止を中心とするストリップ形状の安定化。

(2) ロール組替頻度の減少によるミル稼働率の向上および、ロール整備工数の低減を目的とした長期間組入使用。

などの要求により新たに耐摩耗性が問題となり、第 2 期対策として、「軽鍛造アダマイト」、および「複注式鑄鋼」を採用した。これらロールの化学成分、機械的性質を Table 2 に示す。

軽鍛造アダマイトロールは、スリーブ式の RR ロールのスリーブに、いわゆるアダマイト鑄鋼を軽鍛造比で鍛造した物を用いたもので、1 体物としては、仕上圧延機前後スタンドに実績のあるものであったが、RR ロールとしては、初めての試みであった。

使用後の表面肌は、Photo. 16~19 に示すとおり、軽度な杉皮状あるいは亀甲状を呈し、良好な面が得られ、28 万 t/回の使用に耐え得るようであったが、摩耗状況が Fig. 4 に示すように、第 1 期対策の球状黒鉛鋼ロールと大差ないので、21 万 t/回程度が限度と考える。

複注式鑄鋼は、鑄鋼の中抜きロールで、比較的新しい材質である。

分塊圧延機用ロールおよび、厚板用粗圧延機ロールで

Table 2. Properties of light forged adamite c. s. and double poured c. s.

Material	Chemical composition %							Material properties			Production date	Rolling results t / mm
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	T.S.	El.	Hs		
Light forged adamite c.s.	1.30	0.55	0.83	0.014	0.014	1.27	0.36			38	s 44-8	15 000
Double poured c.s.	Cr-Mo-V cast steel 130									63	44-9	21 500

Table 3. Results of double poured cast steel RR rolls (KDP), used at the other mill.

Classification	Time of use	Rolling t	Used dia mm	t / mm	mm/cycle	t / cycle	Hs	Remarks
KDP	2	177 000	3.5	50 571	1.75	88 500	57~61°	fine hexagonal crack
Alloy c. s.					4.5	32 000	35~41	
KDP	6	390 000	24.8	15 725	4.13	65 000	54~58	fine hexagonal crack
Alloy c. s.					10.0	65 000	35~41	

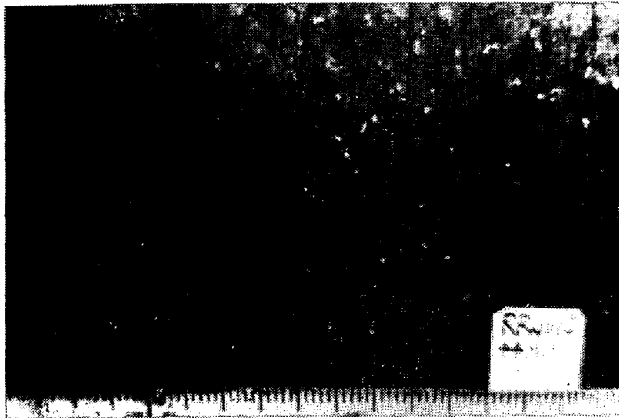


Photo. 16. Light forged adamite.

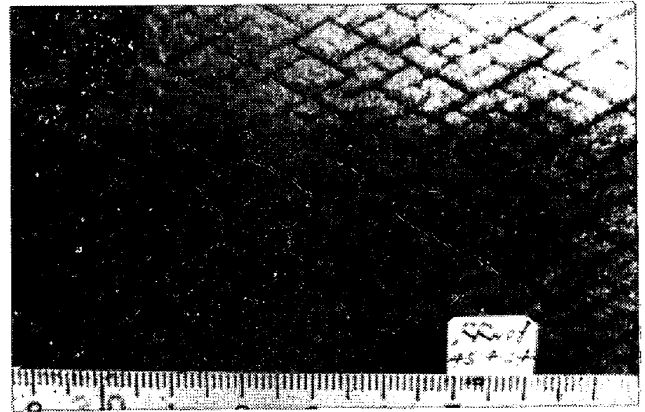


Photo. 19. Light forged adamite.

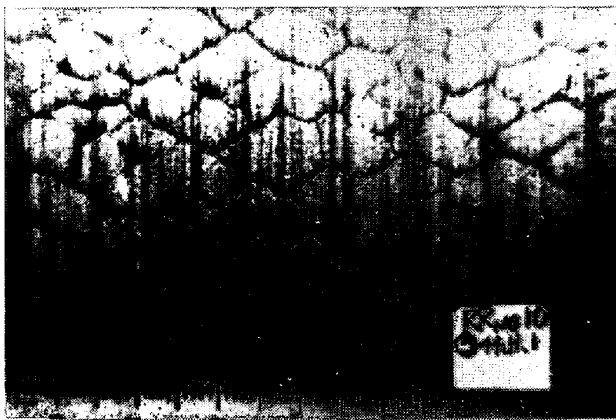


Photo. 17. Light forged adamite (3 mm lathing)...

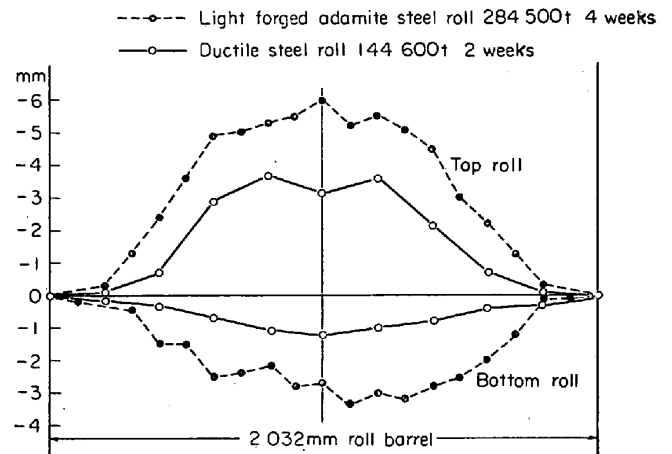


Fig. 4. Wear pattern of R-2 stand.

実績があるので、RR ロールに試用したわけであるが、使用後の表面肌は、Photo. 20~23 に示すように、細かい杉皮状あるいは亀甲状を呈し、きわめて良好である。

さらに、Photo. 21 で見るごとく、4 mm切削でほとんどクラックは消えており、摩耗も少ないので、軽鍛造アダマイトの 14 mm/回に対して、10 mm/回以下の切削となるので、寿命延長が期待される。

以上各ロールの成績を Table 1, Table 2 の右の項に示し、また他社の例を Table 3 に示すが、Table 1 中の従来ロールの成績は、稼動時の物であり、当時は現状と表面肌の判断の基準が異なるので、ロール組替の時期が、まちまちで、寿命の判定がむずかしいので、その成績を

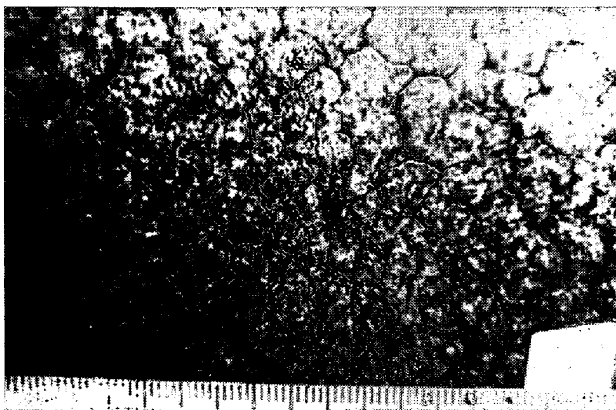


Photo. 18. Light forged adamite.

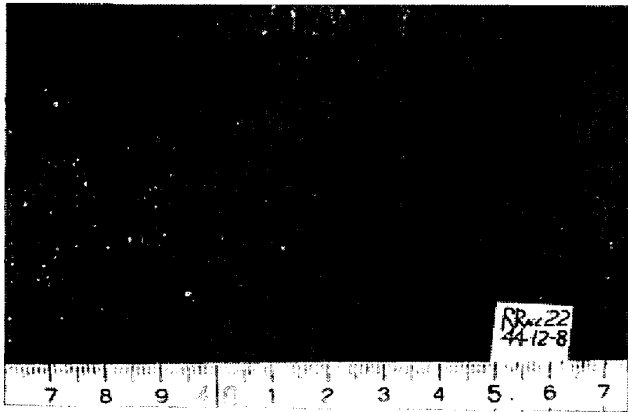


Photo. 20. Double poured cast steel.

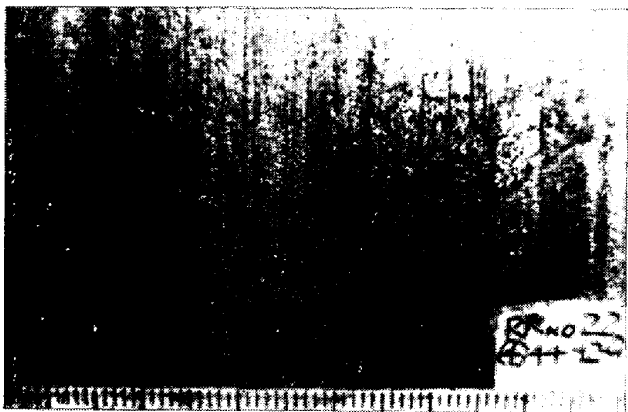


Photo. 21. Double poured cast steel (3 mm lathing)

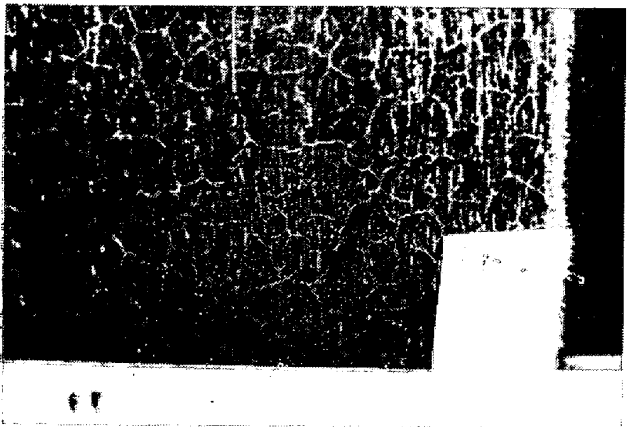


Photo. 22. Double poured cast steel.



Photo. 23. Double poured cast steel.

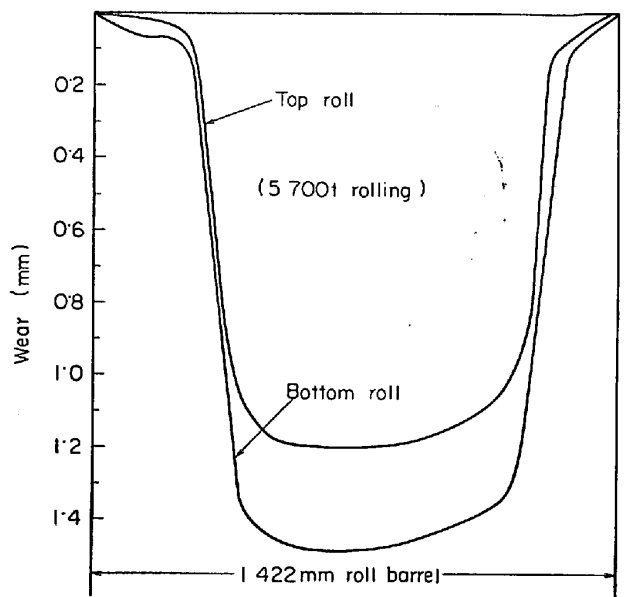


Fig. 5. Wear pattern of RW roll (Nig).

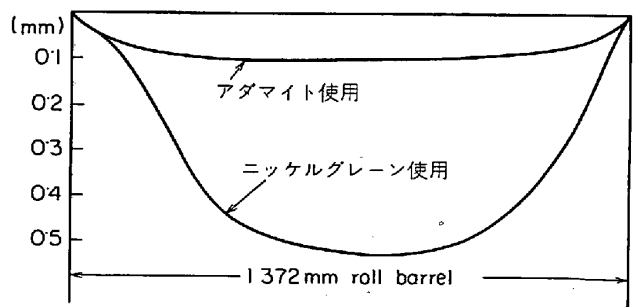


Fig. 6. Wear patterns of back up rolls by work roll material (Bottom roll of F-3 stand, after 3 500 t rolling).

除くと、初期対策品、第1期対策品にくらべ、第2期対策で大幅な成績の向上が見られたことになる。これに冷却水の増量、切削方法の対策を入れて上手に使うことを付加すれば、さらに成績の向上が見られ、各種の要求が満されると考える。

3. 4段粗圧延機用ワークロール (56 インチミルを RW 80 インチミルを HR とする)

4段粗圧延機のワークロールは、鑄鉄の中抜きロールの発達で、大いに改良されてきているが、Fig. 5に示す

ように、ニッケルグレンロールでは、摩耗が大きく長く使用するとストリップ形状を不安定にさせる恐れがあり、十分な物とはいえない。またこのロールを使用した場合のバックアップロールの摩耗も仕上圧延機前段ロールのデータにあるように、意外に大きく、Fig. 6に示す

Table 4. Chemical composition and mechanical properties of RW rolls.

Material	Chemical composition %									Material properties				
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	T.S.	El.	R.A.	I.V.	Hs
Nickel grain	3.3	1.0	0.6	0.07	0.03	0.03	4.5	1.5	0.3	~28	0.3	—	—	65
Adamite cast steel	1.47	0.49	0.8	0.03	0.009	—	—	1.09	0.6	56	0.2	2	0.9	51
High-hardness adamite c.s.	1.4	0.6	0.8	0.02	0.01	—	1.0	1.0	0.3	56	2.5	2.0	1.1	65

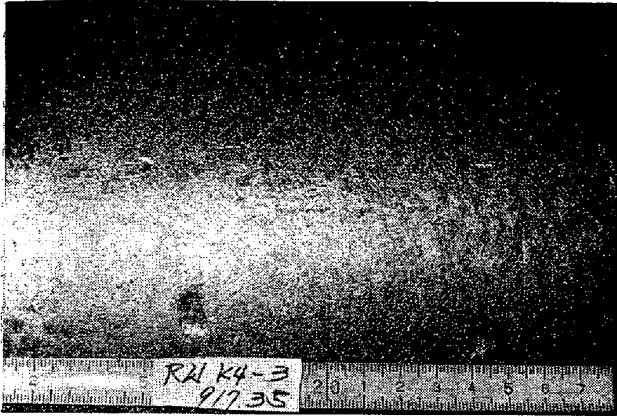


Photo. 24. Dent on the roll surface.

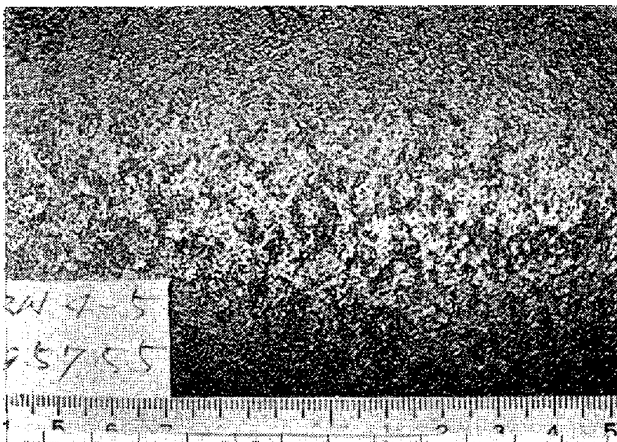


Photo. 25. Nickel grain.

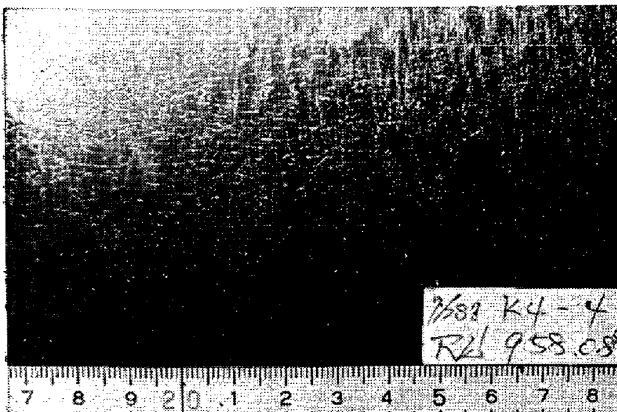


Photo. 26. High hardness adamite cast steel.

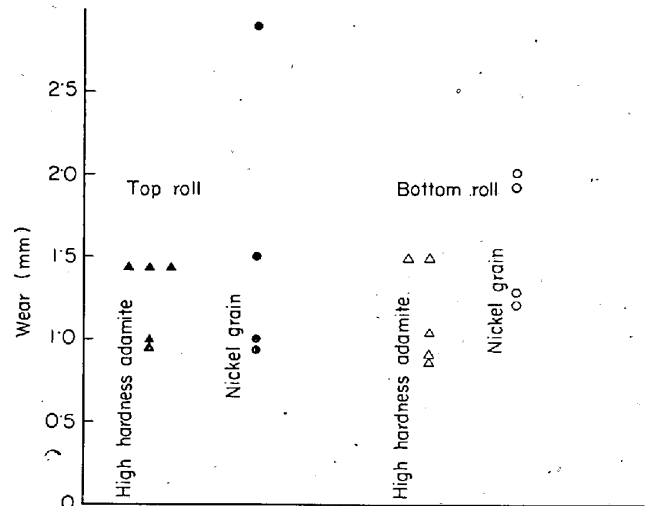


Fig. 7. Wear of RW rolls by material.

ようであり圧延作業により影響を与えているとはいえない。

3.1 アダマイト鋳鋼の使用

ニッケルグレンロールに対して、仕上圧延機前段ロールに採用されているアダマイト鋳鋼が使用されるようになった。

このロールは、(1)ロールネックの強度大。(2)スラブの噛込み性がよい。(3)耐摩性がよい。(4)耐肌荒性が良好。(5)バックアップロールの摩耗が小さい。(Fig. 6 参照)

という特徴があるが、硬度がニッケルグレン 65~70 Hs に対して、アダマイト鋳鋼は 50Hs 前後と非常に低いので Photo.24 に示すようなへコミきずが発生するという大きな欠陥が残った。

3.2 高硬度アダマイト鋳鋼の試用

以上を解決するために、今回新しい実験として、硬度 60~65Hs の高硬度のアダマイト鋳鋼ロールを採用した。

このロールの化学成分と機械的性質を従来の各種ロールと比較すると Table 4 になる。

(1) 56インチ粗圧延機での結果 (RW)

高硬度アダマイトロールとニッケルグレンロールのテ

Table 5. Wear of RW rolls.

Wear mm/6000 t	High hardness adamite roll					Nickel grain roll			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Top roll	0.9	1.4	1.0	1.4	1.4	2.8	1.0	0.9	1.5
Bottom roll	0.75	1.5	0.8	1.5	1.1	2.0	1.3	1.85	1.2

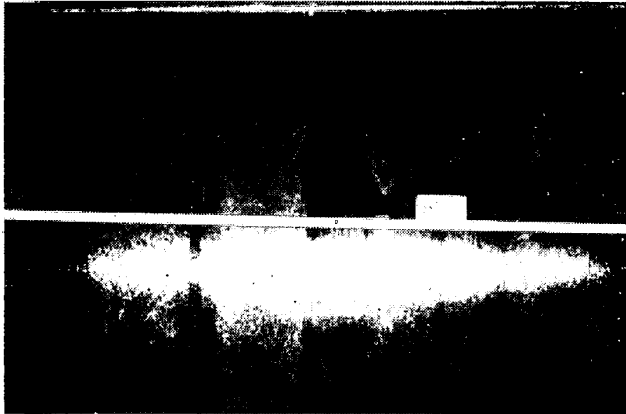


Photo. 27. Banding scale.

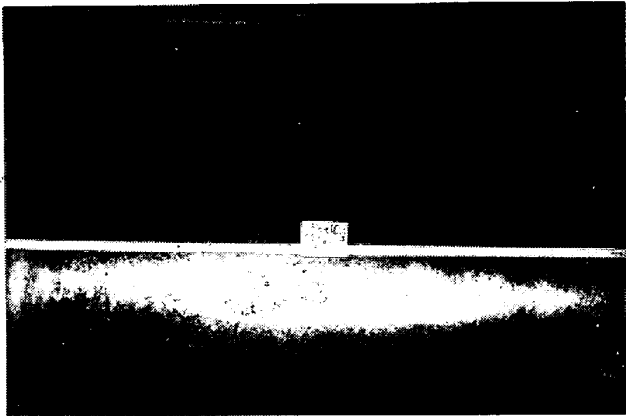


Photo. 28. Good surface.

スト結果を、6000トン圧延に換質して摩耗量を示すと Table 5 となり、これをプロットしたのが Fig. 7 である。

ロール表面肌は Photo. 25, 26 に示すが、ニッケルグレンが全面粗い梨地状を呈し、平滑部が少なく、いかにも摩耗しているように見えるが、高硬度アダマイトの表面肌は非常に細いヘアクラックが均一にあり、黒皮が均一に付着し、非常に良好な様相である。

(2) 80インチ連続式粗圧延機での結果 (HR)

この圧延機では、冷却水量により表面肌が非常に違うという結果が出た。

すなわち、ロール冷却水量、圧延トン当たり 0.52m^3 にて試用した結果は、Photo. 27 示すが、はつきりしたバンド状スケールが疵が発生しそのまま鋼板にプリント

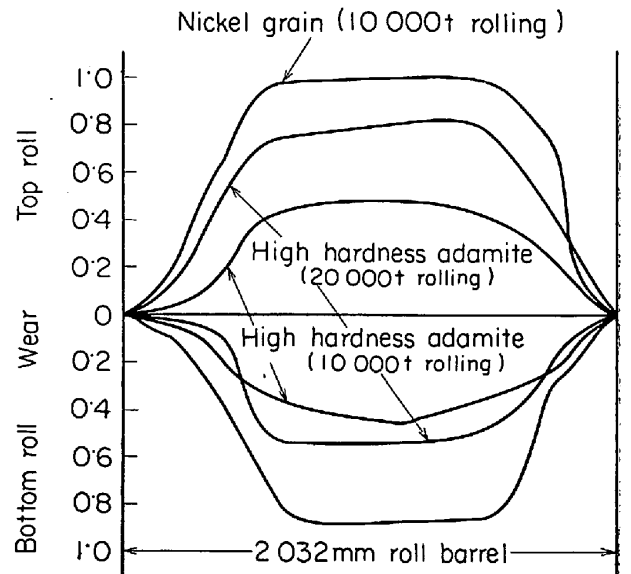


Fig. 8. Wear pattern of HR rolls by material.

されるという悪影響を示した。しかし、水量を圧延トン当たり、 0.62m^3 と増量すると Photo. 28 に示すようなきわめてよい表面肌となり、さらに Fig. 8 示すように摩耗は従来のニッケルグレンの 30~40% と非常によい成績となった。

3.3 ま と め

以上の成績を 80 インチ粗圧延機の HR で示すとニッケルグレンロールで 5200t/mm 、に対して高硬度アダマイトの場合 21000t/mm となりきわめてよい成績である。しかし、アダマイト鋼は、前述のごとく水量および水圧の影響が、非常に大きく、わずかな違いが、ただちにはつきりとした肌荒れとして表面に現われるという問題がある。

それは時間当たりの圧延量の増加に対してそれだけ冷却水量増加させても、その増加量をロールに対して有効に働かせることは容易なことではないと思われるので、このデータのままで、ロール寿命延長がはかられたとするのは早計である。

今後は、材質、ロール冷却水量、圧力とを兼ねあわせて考え、ロール寿命延長を確立し、初期の目的を達成せねばならないと考えている。