

Table 3. Comparison of tensile strength in a plate among the two teeming methods. (kg/mm<sup>2</sup>)

A: Open-rimmed B: Slide-capped

Charge	Position in a plate method	Bottom side		Top side		
		4 %	8 %	10 %	6 %	4 %
		B A diff.				
I	B	41.7	41.2	45.0	44.9	43.8
	A	38.5	39.5	43.6	44.2	44.8
diff.		3.2	1.7	1.4	0.7	-1.0
II	B	41.4	41.0	44.7	44.1	43.7
	A	38.3	38.9	43.5	44.5	46.1
diff.		3.1	2.1	1.2	-0.4	-2.4
III	B	44.3	44.3	47.6	48.0	47.2
	A	40.3	43.5	46.8	48.2	48.9
diff.		4.0	0.8	0.8	-0.2	-1.7
IV	B	42.1	42.5	45.4	46.3	45.8
	A	40.3	41.0	44.6	46.4	46.9
diff.		1.8	1.5	0.8	-0.1	-1.1
V	B	44.5	44.4	45.6	45.5	45.3
	A	40.4	41.8	45.3	47.2	49.3
diff.		4.1	2.6	0.3	-1.7	-4.0
VI	B	43.0	42.1	44.3	45.0	45.0
	A	39.9	41.0	44.8	46.1	46.9
diff.		3.1	1.1	-0.5	-1.1	-1.9

ある。

圧延鋼板の Top, Bottom 端を切捨てた後の製品板における両端間の引張強さの差を, Table 3 から求めると Fig. 4 のようになり, 押蓋法が普通法よりバラツキが少なく, 切捨量を少なくできることが分る。

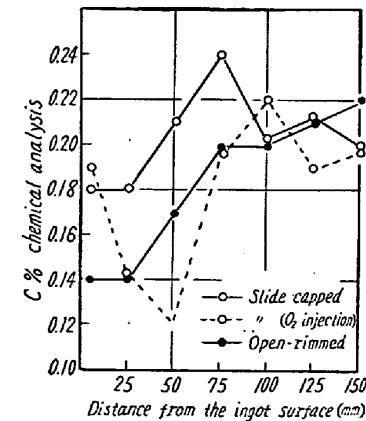


Fig. 3. Check analysis at the section of the ingot bottom 30%. Ch 4902 (C 0.21, Mn 0.45, P 0.017, S 0.016).

なお, 板巾方向についての機械的性質の分布においても, 上述と同様に押蓋方式にすれば, 圧延板耳部における引張強さの低下を少なくすることができる。

また, 伸び, 降伏点の分布についてもさらに説明する。

#### IV. 総 括

同一溶解のリムド鋼 注入時に, スライド押蓋方式と普通方式で製

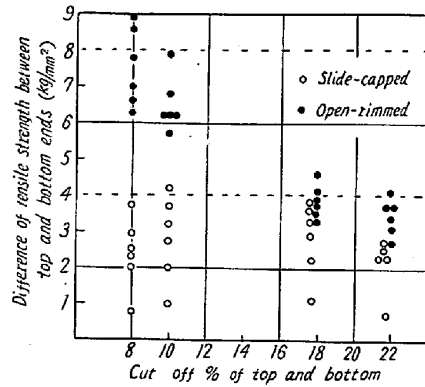


Fig. 4. Difference of tensile strength between top and bottom according to cut off T+B%.

造したそれぞれの鋼塊, および圧延鋼板を調査した結果, 押蓋方式にすれば成分偏析が軽減し, 製品板の機械的バラツキが減少することが分つた。現在この方式で順調に量産が行われている。

### (156) 溶接軌条の機械的性質ならびに冶金学的考察

富士製鉄釜石製鉄所

工博 小池与作・清水幸男・○村上雅昭

#### Mechanical Properties and Metallurgical Observation of Welded Rails.

Dr. Yosaku KOIKE, Sachio SIMIZU and Masaaki MURAKAMI

#### I. 緒 言

近年わが国および諸外国においてレールの溶接による長尺化が盛んに取り上げられている。レールの溶接方法として, フラッシュバット, ガス圧接, テルミットの各溶接方法が研究され, 現在実用に供されている。これらの方法は溶接強度および信頼度の検討が必要であるので, レールの各種材質による溶接の影響, 溶接方法の相違による影響の2項目について諸試験を行った。本試験は国鉄の協力を得て行われたものである。

#### II. 供 試 材

試験材は 50kg レールで, 100t 平炉および 3t 電弧炉で溶製したものである。Table 1 はその化学成分を示す。

#### III. 試 験 方 法

溶接方法として前記の3種の方法を用いた。溶接条件はフラッシュバットならびにガス圧接は国鉄作業標準にしたがい, テルミット溶接は遊間 10mm で行なつた。

Table 1. Chemical composition of test rails.

Marks	Chemical composition (%)					Note
	C × 100	Si × 100	Mn × 100	P × 1000	S × 1000	
A	67	12	73	11	16	O.H. steel
B	67	21	103	10	17	//
C	67	28	147	11	16	//
D	77	27	155	16	18	//
E	67	27	135	11	21	//
H	62	65	120	22	13	E.F. steel
K	46	23	115	18	26	O.H. steel

溶接後の熱処理は焼準 (900°C, 20mn) および溶接のまま放冷の 2 方法を行なった。試験に当つては、フラッシュバット溶接法を用いて Table 1 に示した各種成分の 50kg レールの溶接強度ならびに材質 E クラスのものについてフラッシュバット等の 3 種の溶接法による溶接強度について諸種の試験を行なった。

IV. 試験結果ならびに考察

(1) フラッシュバット溶接による各種成分のレールの溶接について

溶接のまま試験を行なった。

a. 機械的性質

引張試験は JIS 4 号試片、衝撃試験はシャルピー U ノッチにより行なった。Fig. 1 には母材の強度と溶接後のものとの諸性質について (溶接部の強度) - (母材の強度) / (母材の強度) の百分率を図示した。ほとんどのレールは多少のバラツキは認められるが、抗張力はわずかに上昇しており、伸び、絞りももとの値の 50% 以下に減少し、衝撃値も減少する傾向が認められ、母材強度より劣化することはまぬがれない。このうち低炭素のレールは劣化も比較的少ない。100 t アムスラー試験機を用いてレールを原形のまま曲げ試験を head-up で行なった結

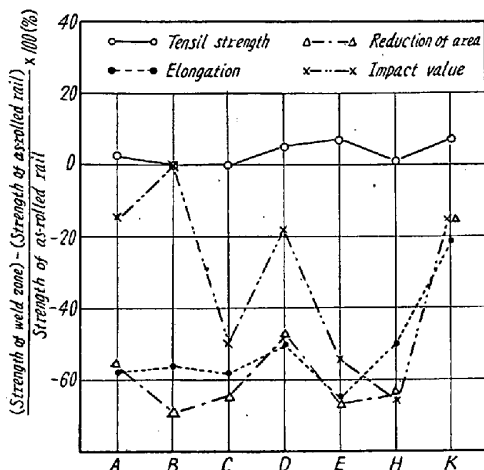


Fig. 1. Variation of mechanical properties between welded rails and as-rolled rails.

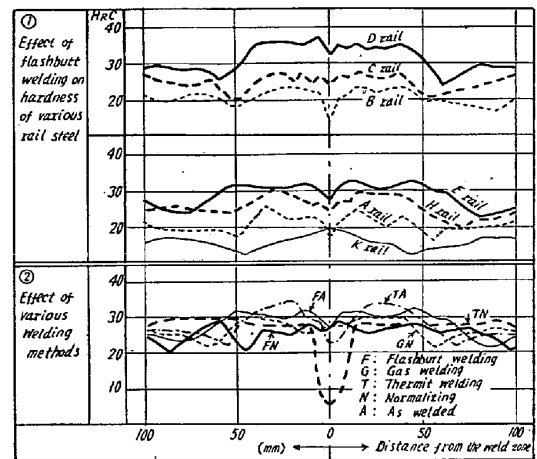


Fig. 2. Distribution of hardness.

果では、試験不良なものはなく、各材質間では低炭素のレールほど吸収エネルギーが大となっている。

Fig. 2-① は溶接点を中心にしてレール長手方向の代表的な硬度分布を示す。溶接接合部での硬度の低下がほとんどのレールにみられ、脱炭層の存在が認められる。また熱影響部は母材硬度より高くなつており、溶接点より約 50mm 附近で漸次低下し軟化部が生じている。この硬度分布で成分的に高 C、高 Mn のものほど硬化度も大きくなっている。

b. 金属組織

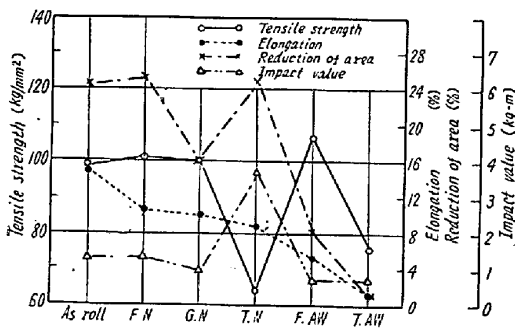
溶接点における組織は粗大化しており不均質で、結晶粒はほぼ 1 で熱影響部で硬度の高い部分も粗大化の傾向を有している。過熱組織は存在しない。軟化部分は均質な細粒組織で、変態点直上または直下の温度範囲の影響をうけたものと考えられる。溶接部分の介在物等の混入はわずかで特有の欠陥を示したものはなかった。

(2) フラッシュバット、ガス圧接、テルミット溶接について

Table 1 の E のレールを用い 3 種の溶接試験を行なった。焼準、溶接のまま放冷の 2 つの処理について試験した。

a. 機械的性質

Fig. 3 に試験結果を図示した。フラッシュバット、ガス圧接を行なったのち焼準処理を施したレールは母材と同程度の強度を示したが溶接のままでは溶接強度はかなり低くなっている。含有成分上テルミット溶接では母材と同程度の抗張力を得ることはできないが、伸び、絞りは高値が得られる。落重試験ならびに曲げ試験は Table 2 のごとくで、テルミット溶接のもの破断位置は母材と溶着金属との拡散部に集中している。この落重、曲げ試験ではフラッシュバット溶接のものが良好で



F: Flash-butt welding N: Normalized  
 G: Gas welding A.W: As welded  
 T: Thermit welding

Fig. 3. Mechanical properties of various welding methods.

Table 2. Result of bending test and drop test

Test	Heat treat.	Samples			
		Gas welding	Flash-butt welding	Thermit welding	Rails as rolled
Bending test	As weld	—	○	×	○
	Normalized	○	○	×	○
Drop test	As weld	—	×	×	○
	Normalized	×	○	×	○

○ Good    × No good

ある。シェンク式繰返し曲げ疲労試験による溶接部疲労強度は、テルミット溶接のものを除いて熱処理のいかんを問わず母材と同程度であった。溶接熱影響部の硬度分

布は Fig. 2 に示してあるが、各溶接方法とも焼準により均一な分布となつている。テルミット溶接は溶着金属の成分上かなり低値を示す。一般的にみてフラッシュバット溶接のものが最も好ましい。

b. 金属組織

溶接接合部での過熱組織は存在せず、フラッシュバット溶接、ガス圧接とも組織的には相違はなく、焼準されたものは均質化されている。テルミット溶接での拡散部の組織は母材と溶着金属とは完全に融合している。溶接のままでは脱炭層の存在がフラッシュバット、ガス圧接のものに認められるが焼準により消失されている。テルミット溶接には溶接時に生じた砂噛み、非金属介在物を包含したブローホールが可なり認められた。

V. 結 言

- (1) 材質的にみて、低炭素のレールは溶接の影響は少ないが、炭素0.62%以上のレール(Hレールも含む)は多少成分的に変化があつても同一傾向を示す。
- (2) 焼準を行えば、母材と同程度の強度が得られ、信頼度も高くなると考えられる。
- (3) 溶接方法としてはフラッシュバット法が最も秀れた結果を示した。
- (4) テルミット溶接は欠陥が生じ易く、機械強度も低値を示した。
- (5) 脱炭層必ずしも強度に影響をおよぼしておらず焼準により拡散されて認められなくなつている。