

テストなどを実施している会社もある。教育期間は入社後1カ月～7カ月とバラツキが大きく会社別の差があるがこれは各社の事情によるものであろう。参考例として代表7社の例を表3に示す。教育の内容は新入社員に対しては入社ガイダンス、職場の安全、基礎技術の修得を目的とするものが主体となっている。

一方、入社後の作業者レベルアップ教育も各社で重要視されおこなわれている。内容はQC、ZD安全に関するものが多い。個有技術教育は15社で約2/3の会社で実施している。技術教育は自社独自でテキストを作成しているのは5社と少なく、通信教育などを利用している会社が多い。また最近の新設工場では機械の多様化、自動機器の導入が多くなされているため、コンピューター自動機器、油圧機器の教育が特に重要視されとり入れられてきているのは注目される。

2.4.3 教育の問題点及び多能化

各社ともさまざまな形で教育を実施しているが実施上の問題点として共通しているのは、年令構成比の差があり若年層への個有技術の指導が円滑にいかない。高令者への新技術の教育が難しいなどの人的構成面と教育時間が部署により不均一であるなど、職場自体の問題があげられておりこれらをどう解決してゆくかが今後の課題である。またローテーション、多能化についてはマンネリ化防止、生産能率向上などの点で各社ともに指向しているが、現状では賃金、昇進等労務上の問題、またローテーションによる効果、逆効果の面などがあり、スムーズに実施している所はないようである。ただし多能工化についてはガス、溶接などの資格を生かす。またある職場の補欠要員程度のレベルまで技術を向上させる等の部分

的にではあるがその傾向に進んでいるようすがうかがえる。

以上教育について調査、討議内容を記したが今後各圧延工場は年令の高令化という問題を抱えながら量から質への転換が進むと思われる。それとともに作業個々の技能向上がより一層重視され、教育内容、方法なども今後改善が加えられていくであろう。

3. 今後の方向

マクロ的には量産時代の終えんに伴い品質、コスト優先の時代に相応しい研究テーマが多くなるものと思われる。品質面では精密圧延(寸法精度の向上)表面疵保証のあり方、熱間、冷間疵探傷機などが予想され、設備面では前述した結束機、検数器の実用化を中心とした精整合理化が今後も続くであろう。

コスト面では研究テーマとしてはむずかしいが、ソフトウェア、操業技術の向上による合理化、例えば同じ省エネルギーでも個々の作業者の燃焼技術向上により No-money で原単位減を図る方向へ進むのではなかろうか。

省力化も今後継続して必要だが、従来のごとく、「人が居ないから」や「人が採れないから」でなく「儲からないから」や「喰べないから」の省力へ移行してゆくものと思われる。

運営面では研究テーマの内容についてあまり小項目まで統一化する方法をやめ、もつと自由度を持たせる方向にして行きたい。又加盟会社数も多くかつバラエティに富む構成であることを充分考慮し少数意見といえども汲上げより魅力ある分科会に持つていく所存である。

線材分科会活動状況報告

主 査 三 木 修*

Report of the Wire Rods Subcommittee of the Section and Wire Rods Committee of Joint Research Society

Osamu MIKI

1. ま え が き

線材分科会は鉄鋼技術共同研究会の一分科会として、昭和31年3月に第1回の研究会を開催し、爾來20年の永きにわたり、開催回数は40回を重ねてきた。

この間における線材圧延の技術、設備の驚異的な進歩

発展、線材製品の飛躍的な伸び、線材品質の向上などについては、文献にも見られるように、多言を要しない。

第1回分科会では8工場が参加し研究会が始められ、その後、図1に示すごとく、工場数は増加の一途をたどり、昭和50年の第40回分科会の参加工場数は19工場に達するに至っている。

* 日本鉄鋼協会共同研究会条鋼部会線材分科会主査
(株)神戸製鋼所神戸製鉄所技術部長

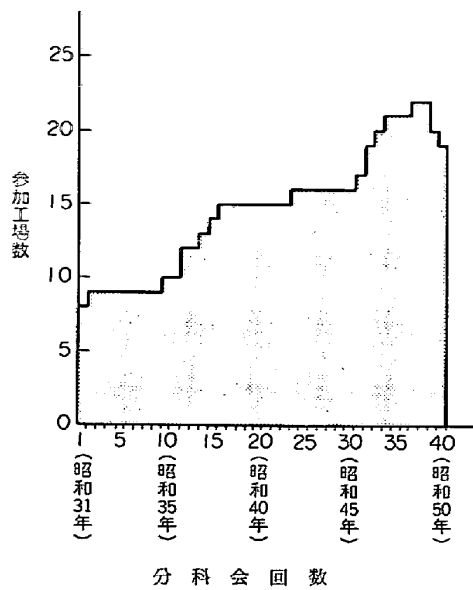


図 1 参加工場数の推移

この期間において、いずれの工場も、その時期に即応した多種多様な設備改造が加えられ、生産性向上、品質改善、製造原価低減が図られ、操業成績は広い範囲にわたり向上の足跡を残している。

本報告では、最近3カ年の第36回から第40回分科会における線材圧延技術についての研究成果、最近の動向を中心に述べることにする。

2. 分科会の運営

日進月歩の技術革新の続いた20年間において線材分科会は各社の技術交流と情報交換の場として、毎年春、秋の2回開催されてきた。

研究テーマは、分科会においてアンケートを基に決め

る共通テーマと、各社の独自の研究を自由な形式で発表する自由テーマとからなっている。1回の分科会では、工場操業状況および2つの研究テーマが討議され、自由テーマは隔回の分科会で議題の1つに取り上げることとしている。

開催場所についても、アンケートによつて総意をはかり決定されてきた。新設、改造の相次いだこの期間において、新設工場は分科会に対し積極的な協力を惜しまず、早期に操業状況を公開し、成績を披歴し、討議研究の場として活用し合ってきた。

分科会における各社の発表に対する姿勢は、各社ともにこぞつてありのままの姿を卒直に話し合い、他社と競べ合い、それを起点に次の競争に励む意気が旺盛しており、業界のレベルが世界の指導的地位を占めた要因として分科会の役割を忘れることができないであろう。

3. 主な研究テーマ

3.1 工場操業状況

工場の操業状況は毎回3カ月間のミル運転状況、生産量、要員、歩留、原単位などについて報告されている。

その中で代表的な指標として、過去10回の分科会に報告された生産量の推移および全工場平均の時間当たり生産量(t/hr)を図2~3に示した。全工場の総生産量推移は、その時の市況の好悪、生産計画、大修理の有無などに左右され、分科会年次により増減がくり返されながら漸増の傾向が見られる。一方、図3に示すt/hrは最近の数次の分科会の間に、はつきりと増加現象が見られ、各社の合理化、新設ミルの影響を知ることができる。

さらに、新設ミルの特長は図4~6においても見ることが出来る。図は、稼動中の線材ミルが第36~40回分科会の間に収めた操業成績の平均値をt/月、t/hr、

表 1 第36~40回線材分科会開催記録表

回次	開催年月日	開催場所	議題
第36回	昭和49年5月31日~6月1日	新日本製鉄(株) 君津製鉄所	(1) 工場操業状況調査表 (2) 素材受入れから出荷までの表面 疵防止について (3) 自由研究
第37回	昭和48年11月29日~11月30日	川崎製鉄(株) 水島製鉄所	(1) 工場操業状況調査表 (2) ロールの現状と問題点について (3) 工場内環境管理について
第38回	昭和49年5月30日~5月31日	新日本製鉄(株) 室蘭製鉄所	(1) 工場操業状況調査表 (2) 省力化について (3) 自由研究
第39回	昭和49年11月28日~11月29日	(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所	(1) 工場操業状況調査表 (2) 省エネルギー対策について (3) 製品歩留向上対策
第40回	昭和50年5月28日~5月29日	(株)吾妻製鋼所 仙台製造所	(1) 工場操業状況調査表 (2) 線材精整の合理化について (3) 自由研究

表 2 第 36~40 回分科会参加工場

(昭和 50 年 2 月末現在)

会社名 (工場名)	建設年	公称能力 (t/月)	素材寸法 (mm ² ×mm)	製品寸法 (mmφ)	最大製品単重 (kg)	最大仕上速度 (m/sec)	備考
新日鉄 (室蘭1線材)	昭和33年	30000	77□×9000	5.5~11	400	29	
新日鉄 (室蘭2線材)	昭和44年	35000	120□×12000	9~38	1300	30	
新日鉄 (釜石)	昭和36年	50000	121□×18000	5.5~13	2000	60	○昭和50年7月改造予定 ○数字は改造後を示す
大同製鋼 (星崎)	昭和23年	7000	90□×4800	5.5~13	300	17.7	昭和37年改造
大同製鋼 (知多)	昭和44年	20000	90□×11000	7~32	1000	32	
中山製鋼 (名古屋)	昭和34年	16700	115□×1550	5.5~9	160	14	
中山製鋼 (本社)	昭和8年	13000	95□×1700	5.5~9	115	8	昭和34年改造
大阪製鋼 (西島)	昭和36年	21000	260□×1600 165□×3200	5.5~7	310	25	昭和38年5,6連改造
神戸製鋼 (神戸3線材)	昭和31年	17000	115□×4200	5.5~25	390	21	○昭和35年に1系列増設 ○昭和49年に休止
神戸製鋼 (神戸4線材)	昭和35年	48000	115□×4200	5.5~7	390	33	
神戸製鋼 (神戸5線材)	昭和36年	25000	115□×4700	5.5~16	470	21	
神戸製鋼 (神戸6線材)	昭和40年	20000	115□×4700	5.5~7	470	33	
神戸製鋼 (神戸7線材)	昭和44年	40000	115□×12000 150□×12000	7~38	2000	50	
新日鉄 (光1線材)	昭和30年	32000	80□×9000	5~8	430	24	昭和37年加熱炉改造
新日鉄 (光2線材)	昭和37年	40000	80□×12000 100□×12000	5.5~28	890	28	
住友金属 (小倉1線材)	昭和33年	35000	240□×1800 116□×4200	5~16	380	34	昭和41年2スタンド増設
住友金属 (小倉2線材)	昭和45年	60000	110□×17000	5.5~25	1650	60	昭和43年に2系列増設
住友金属 (小倉2圧延)	昭和40年	60000	110□×12500	12.7~60	1150	21	○昭和44年に1系列増設 ○第39回以降は中小形分科会に登録
吾婦製鋼 (吾婦)	昭和35年	26000	230□×1550	5.5~11	630	31	昭和49年に休止
吾婦製鋼 (仙台)	昭和48年	75000	115□×20500	5.5~13	2000	60	昭和49年に2系列増設
川崎製鉄 (水島)	昭和40年	30000	80□×12000 104□×12000	5~50	560 950	40	昭和43年に2系列増設
新日鉄 (君津)	昭和46年	70000	116□×18000	5~13	1800	60	昭和47年に2系列増設
神戸製鋼 (加古川)	昭和47年	80000	115□×21000	5.5~13	2000	60	昭和48年に2系列増設

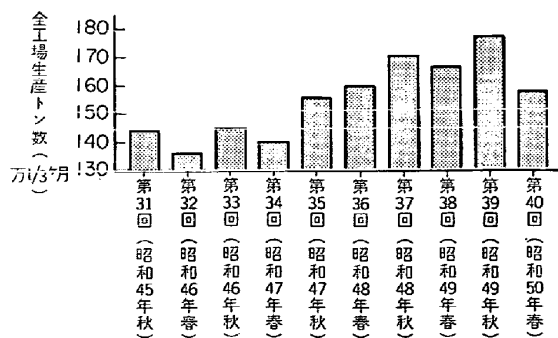


図 2 生産量の推移

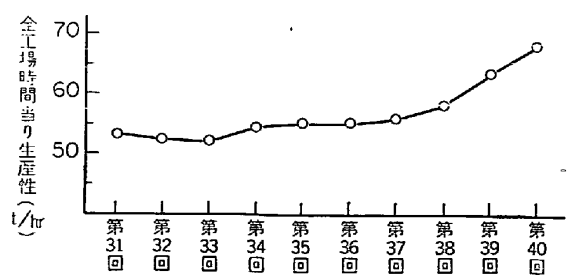
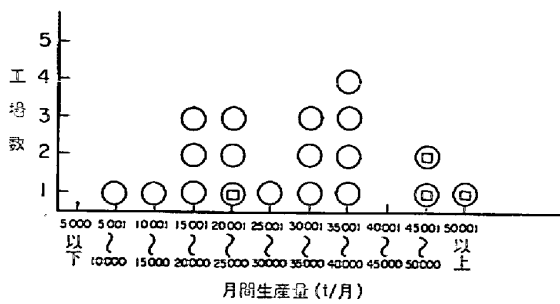
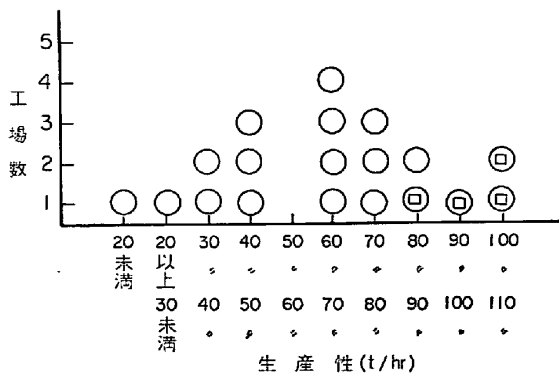


図 3 生産性の推移



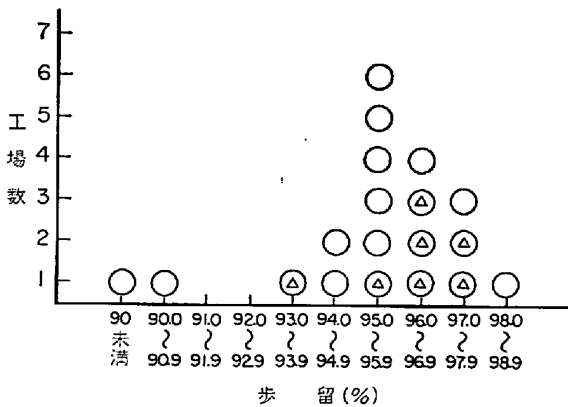
注) 図4~6は
第36~40回分科会における発表
実績の平均値で、昭和50年2月現
在で稼働中のミル19について示す。
ⓐ印は昭和45年以降稼働の工場を示す。

図 4 工場別月間平均生産量



ⓐ印は昭和45年以降稼働の工場を示す。

図 5 工場別時間当り生産量



ⓐ印は最大製品単重1000kg以上の工場を示す。

図 6 工場別平均歩留

歩留について表わしている。

昭和45年以降に建設されたミルの生産量は、稼働直後のミルの1例を除き、いずれも45,000 t/月以上の実績を残し、ミルの大型化の傾向を示している。t/hrについても、昭和45年以降のミルが、圧延速度の高速化、多本通し圧延方式の採用により高い生産性を備えている。

線材ミルの合理化のうち1つの特長として、コイル重量の増大化がある。その利点の1つとして、図に示すよ

うに、コイル重量が1 t以上の工場は歩留がよい傾向を示している。また、線材圧延技術が優れ、ミスロールなどの成績が安定しているために、コイル重量1 t以下の工場が高い歩留を示していることは、垂範の好例であろう。

コイル重量の増大化は、圧延工場の歩留向上のみならず、二次加工業における省力効果は大きく、今後も業界全体がこの方向へ、一層の努力を払っていくものと予想される。

3.2 テーマ研究「ロールの現状と問題点について」

ロールについては、過去5回討議されてきたが最近のロール使用状況と今後の動向をキャッチする目的で、ロール材質、カリバー改削状況、ロール冷却方法、ロール原単位などについて第37回に再び取り上げ討議された。

線材用ロールの最近の話題としては、WCロール(タングステン・カーバイドロール)の使用が注目されている。わが国で昭和45年に仕上スタンドにブロックミルが登場し片持ち式のWCロールが使用されるようになったもので、報告された使用実績によると、カリバー寿命は合金チルドロールに較べ5~10倍と長い。この特長を生かし、従来の両持ち式のロールにWCリングを挿入して利用していく傾向が見られる。

WCロールの研削には、電解研削方法が採用され、カリバー1本当たり45 min~90 minで改削が行なわれている。

WCロールを使用する工場は、各自の圧延条件に合致したロール材質を研究しており、原単位向上を目指して努力していることが報告された。

各社から報告された現状の問題点に対する今後の進め方について整理すると図7のようになるが、図から原単位低減の対策として、(1)ロール材質の検討、(2)ロール冷却方法の改善、(3)冷却水量のアップなどが今後の方向としてうかがわれる。

3.3 テーマ研究「省力化について」

圧延設備や精整設備の進歩、改善とともに省力化が強

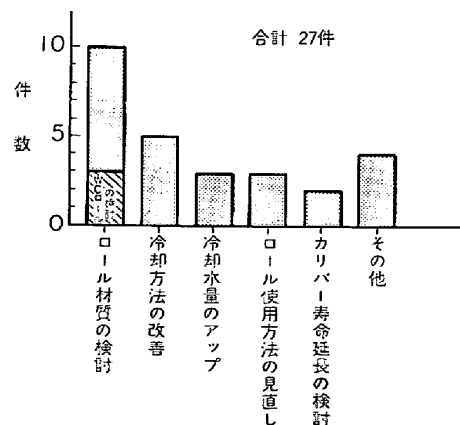


図 7 ロール原単位向上の今後の進め方

力に推進され、ミルの生産性向上に寄与してきた。

第 36 回では首記のテーマについて討議された。省力の事例発表は素材受入から出荷工程まで幅広く行なわれており、各社の省力に対する努力がうかがわれる。

3.3.1 省力化の傾向

事例発表の内容は各社とも共通したものが多く見られ線材ミルにおける現在の問題点、改善すべき箇所をうかがい知ることができる。

各社から発表のあつた省力事例の内容を分類してみると

- (1) 人力による作業から自動化、機械化への移行38%
- (2) 作業の統合、無人化28%
- (3) 作業環境や設備改善による作業負荷の軽減、能率の向上20%

が主なものである。

また部署別では、操炉、精整 50%、圧延、整備 33%、起重機、運転 16% となつている。

3.3.2 省力事例の紹介

各社から発表された省力事例を実施内容、省力手段で分類すると、図 8 のようになる。

この事例から推察すると新しい設備や機器の導入が省力に大きく貢献しており、その代表的なものとして、

- (1) 工業用テレビ、(2) 無線操縦、(3) 疵探傷装置、

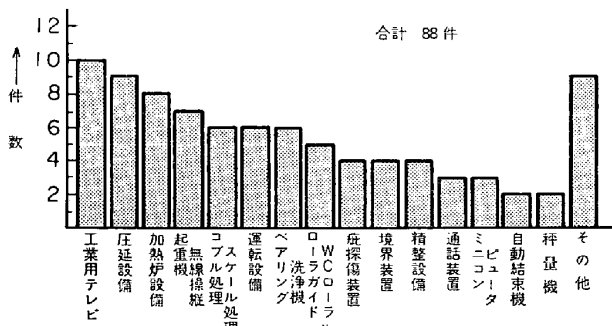


図 8 省力例の紹介

表 3 省力工事投資金額とその効果

省力工事 1 件あたりの投資金額	件数	効果	
		人員削減が 出来た 件数	削減内容
			社内工
10 000 千円以上	17	15	51 件 } 5 件
10 000 千円未満	54	39	
その他(投資金額不要など)	4	2	
計	75	56	

(注) 人員削減のできなかった 19 件は作業負荷軽減などで省力効果があった。

(4) 通話装置、(5) 自動結束機などがあり、今後の省力化の方向を示しているものと思われる。

3.3.3 設備投資と省力効果

省力工事のために投資した金額とその効果を表 3 に示す。省力工事による削減人員は 1 人/直×直数というケースが大半を占めており、内容は各社とも社内工の場合が多く、協力会社の省力例は 5 件の報告がされている。省力化の推進により、工場操業要員(直接労働人員)の減少率を第 30 回(昭和 45 年 5 月)の直接労働人員数を 100 としたときの第 34 回および第 38 回の直接労働人員数を代表工場の合計について指数を図 9 に示した。

3.4 テーマ研究「省エネルギー対策について」

このテーマは昭和 49 年に共通テーマとして取り上げられた。昭和 48 年のオイルショック以後でもあり、特に加熱炉の燃焼管理や設備改善など燃料原単位向上対策を中心に討議された。

3.4.1 燃料原単位向上対策

報告された各社の対策を内容別に分類し図 10 に示す。各社共通して放散熱防止、排ガス損失の減少、排熱回収率の向上をめざし設備の改善が多く行なわれている。今回の報告における設備改善では、炉体開口部の遮蔽とか防熱板、断熱材の取付など、身近な即効性のある改善が

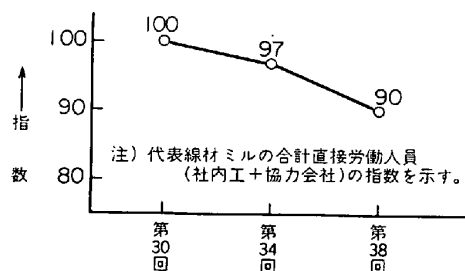


図 9 直接労働人員推移

対策項目	件数				
	1	2	3	4	5
放散熱の減少	炉体開口部の遮蔽	5	4	3	2
	グンバー防熱板取付	5	4	3	2
	炉天井に断熱材取付	2	1	1	1
排ガス損失の減少 および 排熱回収率の減少	レキュベレーター効用	4	3	2	1
	バーナー改造他による予熱帯消化	3	2	1	1
	燃料室間仕切壁取付	2	1	1	1
抽出温度の管理	二次空気減少	2	1	1	1
	抽出温度の低下	3	2	1	1
	抽出温度の厳守	2	1	1	1
無駄な燃料の減少	きめ細かい燃焼管理	2	1	1	1
	保温時間の短縮	3	2	1	1
	保温時の入置材の検時	2	1	1	1
冷却水損失の減少	水冷パイプの二重断熱化	2	1	1	1
	冷却水量の減少	1	1	1	1

図 10 燃料原単位向上対策

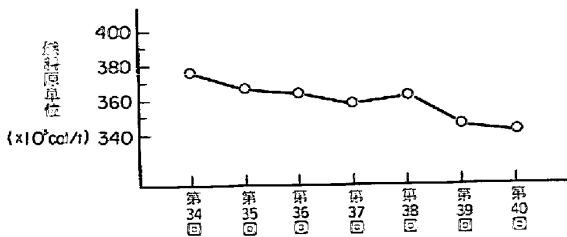


図 11 燃料原単位の推移

件数としては多く見受けられ、バーナーの改造、水冷パイプの二重断熱など計画的な改造も5件報告された。しかし最も注目されることは、対策項目の44%が各社から燃焼管理に対する作業意識について具体的なアクションがとられ、その徹底によつて原単位低減に大きな寄与をしたと発表されたことであつた。

3.4.2 効果と今後の動向

こうした広範囲にわたるきめ細かい対策の効果は図11に示すように顕著にあらわれ、第40回(昭和50年春)の全工場平均の燃料原単位は第34回(昭和47年春)に比べて約10%、 36×10^6 kcal/t 減少している。

各社においては、引続き排熱の有効利用、鋼材の熱間装入、コンピューター燃焼管理など総合的な省エネルギー管理の徹底、長期的な設備改造計画を計つており、燃料原単位は今後もさらに漸減の傾向を辿るものと考えられる。

3.5 テーマ研究「線材精整の合理化について」

近年、圧延設備の進歩に伴い精整設備に対しても合理化が進められている。また二次加工技術の高度化に対応して出荷品質保証を確立するため、工程保証、出荷検査方法についても努力が払われて来ており、これらの現状や努力の成果、さらに将来の計画について第40回で首記のテーマが取上げられ、討議された。

3.5.1 圧延工程における検査

オンラインでの表面疵検査の方法に従来の目視による方法から機械による方法が採用され始めている。機械化の方法には線材全長を連続的に検査する渦流探傷法があるが、検出精度や発見される疵の種類に限度があり、主として工程保証を目的として使用され今後の進歩が期待される。また寸法測定では一部の線材ミルで光影式の寸法測定器が用いられているが、これにおいてもまだ使用例が少なく表面疵の検出と合せて将来の課題と言えよう。

機械によらない検査方法では、オンライン、オフラインともに表面疵は目視、酸洗、マグナが、寸法はマイクロメーターリミットゲージが多くの線材ミルで用いられている。一部には表面疵の検出に捻回やアップセット法を採用している所もある。

とくに酸洗による疵検出は廃酸処理、検査時間が掛るなどの理由から他の方法に移行する動きが各社から報告されている。

3.5.2 端末加工

オンラインで端末加工を行なっているのは全ミルの25%で省力化をさらに推進するための今後の課題といえる。巻取以降での端末加工においては、フックコンベア上で人力によりクリッパーや油圧カッターによる方法が大半で人力の占めるウェイトが大きく、作業環境の面でも各社共通の問題点として報告されている。

成品検査では、端末サンプルをマグナ、アップセットなどにより疵検出する方法と酸洗の方法とがあるが、酸洗法は前述の理由により機械化の方向へと移行しつつある。検査方法も要求品質の高級なものは表面疵、寸法ともに全数検査が行なわれているミルが多く出荷品質の向上を図っている。

3.5.3 成品の結束荷姿

従来、小結束はほとんどが人力により行われていたが省力化、作業条件の向上を図るため機械による結束が普及して来た。機械化の内容は、全自動、圧縮のみ機械、ハンドツールなどがあるが、1000kgを越えるコイル重量の場合は、人力による結束では荷姿の面で輸送が困難であり、全ての線材ミルで全自動の結束機が設置されている。

大結束では全て機械によりフープで結束されている。大結束後の重量は1000kg~3000kgと範囲が広く、その中でも1500kg~2000kgが最も多い。図12に各線材ミルの小結束と大結束のコイル重量を示す。

出荷時の注意点としてはハンドリングによる線材の疵付き、荷姿の乱れ、異材混入、発錆などが挙げられ、各線材ミルでの対策にその努力がうかがえる。ラベルの取付けはほとんどが人力によつて行なわれているのが現状で、一工場のみ結束とラベル取付けを同時に機械で行なっている例があり、今後の省力化の一端がうかがえる。

3.5.4 今後の課題

本テーマ研究では各線材ミルの精整作業の実態が報告

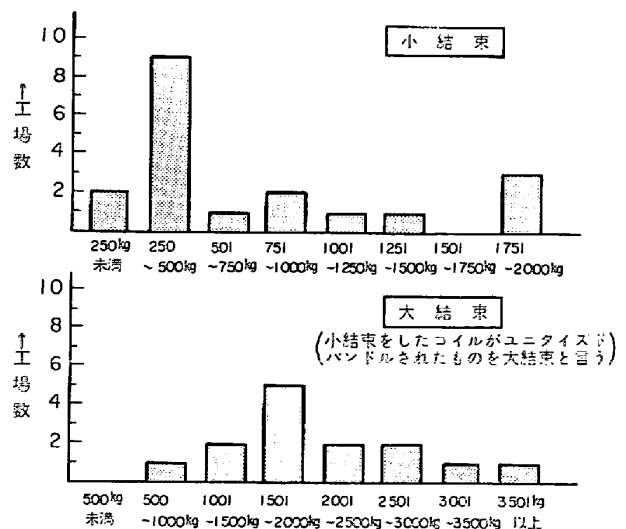


図 12 各線材ミルのコイル重量

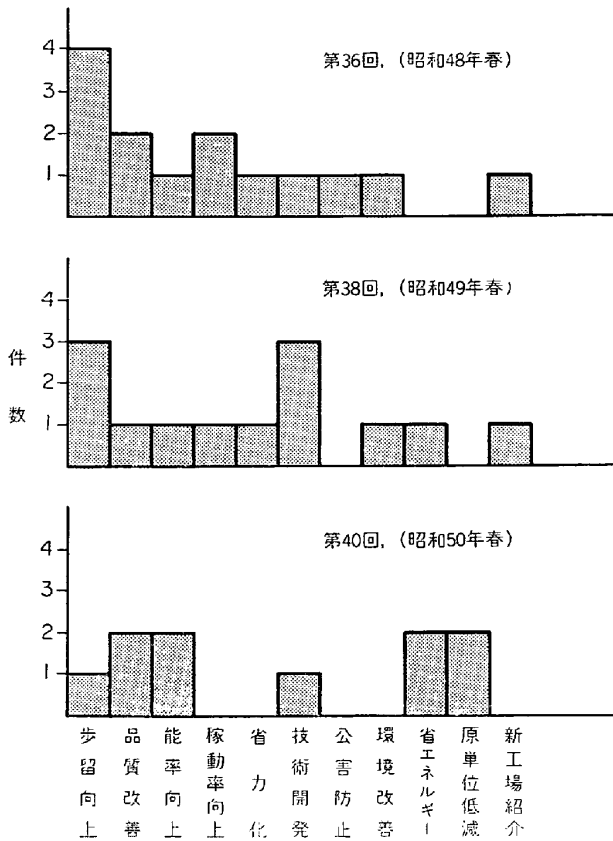


図 13 自由議題の内容

されたが機械化が進んだ現在でもコイルの端切、検定作業、結束作業など人力による作業も多く、今後改善の余地を残している。

3.6 「自由研究」

隔回ごとに行なう自由研究は、各社が日頃の設備改善、作業合理化、基礎的研究などにつき、自由な形式で発表している。自由研究で取上げられるテーマは、線材工場の問題の大綱を明らかにし、動向を掴む指標になるともいえよう。

過去3年間の自由研究テーマの内容を分類し図13に示した。

歩留、稼働率、品質、圧延能率の改善などのテーマは各社が日常の生産活動の中で数多く解決した事例の一端を示しているにすぎず、全体的に工事効果の顕著な優れた改善が多い。

公害防止あるいは環境改善については発表件数こそ少ないが、各社が最重要な業務の1つとして取上げていることが、質疑応答の中にも見受けられた。

技術開発に分類した5件のうち4件は、線材の寸法測定機器の開発に関する事例が発表され、各社のこの分野における技術の開発、育成の意気込みを知ることができる。

さらに、昭和49年、50年には、省エネルギーに関するテーマの発表が行なわれた。第39回に「省エネルギー」が取上げられたにもかかわらず、その後の自由研究でも討議されるほど、各社のこのテーマに取り組む真剣な姿勢と、テーマの重要性がうかがわれる。

新工場が建設稼働した場合、設備のリプレース、改造が行なわれた場合には、自由研究のテーマとして積極的に報告される。この期間には、昭和48年に神戸製鋼(加古川)、49年に吾孺製鋼(仙台)の新線材ミルが操業を開始した。これらの圧延設備の共通的特長として、

- (1) 13mmφ以下の細番線材を2tのヘビーコイルで製造できる。
- (2) 最大仕上速度60m/secの4本通し圧延機で、ミル能力は75000~80000t/月を有する。
- (3) ステルモア線材冷却装置に備え、均一な機械的性質の線材が製造できる。

などが挙げられる。

このような設備の発展を背景に、自由研究の発表事例として、ヘビーコイルの荷姿、高速誘導装置のホイールガイド、ブロックミル用のWCロールなど、高速ミル特有の議題も提供され、興味深い質疑応答が行なわれた。

4. む す び

過去20年間に40回を重ねた線材分科会のうち、最近の3カ年に開催された研究会の主な内容について大略を纏めた。

分科会には、新旧多様な設備を有する工場が参加し、操業成績、共通テーマ、自由研究につき積極的にデータを提供し合い、活発な意見を交換し、技術交流を計り、研さんに努めてきた。

この間に、ミルの新設、改造が相次ぎ、線材生産量は増加し、圧延機は高速化し、コイル重量は増し、省力投資が促進された。その結果、生産性、歩留、原単位などの指数は順調に推移してきた。

研究テーマも社会時勢に応じ、省エネルギー、省力、環境改善などが取上げられ、各社が払った絶大な努力と多大な効果が報告された。

こうした分科会の活動は、わが国の線材設備、操業技術、作業管理が、世界の指導的地位にある一因をなすといえよう。今後、生産活動における技術の価値がますます高まる情勢の中で、各社は緊密な連繫を深め、切磋琢磨し、線材業界全般にわたる国際競争力を培うことが大切であろう。

分科会各位共々、線材圧延技術の進歩を永遠のテーマとして取組み、励んでいく所存である。