

共同研究会活動報告

UDC 621.774(047) : 621.774.3(047) : 621.774.21(047)

鋼管部会活動報告

三瀬真作*・小滝昌治**・志水敏詮***

Report of Steel Pipes and Tubes Committee of the Joint Research Society of ISIJ

Shinsaku MISE, Shōji ODAKI, and Toshiaki SHIMIZU

1. ま え が き

我国鉄鋼生産量の飛躍的増大とともに鋼管生産量も著しい増勢を示しており、昭和40年の334万t/年に比べ昭和49年では1100万t/年を超える実に3倍強の生産量となつている。この間、製造技術の進歩も又著しく世界第1位といつても過言でないところまで来ている。このような生産量・生産技術の進展は業界各社のたゆまぬ努力の賜物であることはもちろんであるが、昭和24年に共同研究体制を確立してより、製管技術の向上、製管設備の改良さらには各種管理面の改善などについて切瑛琢磨に努めている鋼管部会の活動もその一翼を十分に担うものと考え、本報では鋼管部会の近況並に活動状況の概略を紹介する。

2. 鋼管部会報告

2.1 鋼管部会の状況

2.1.1 組織

現在までに3段階の発展過程を経過して来ている。第1期は昭和24年2月から昭和29年11月までの鋼材部会・鋼管分科会で、その間15回の会議が開かれておりその間の活動内容は、鋼材部会の報告の形式として「鋼材圧延に関する研究」の第3巻第7篇「鋼管圧延」に集録されている。第2期は昭和30年6月から昭和38年5月の間の鋼材部会・鋼管分科会で、17回の会議が開かれておりその間の活動内容が、鉄と鋼臨時増刊号「鋼材部会・鋼管分科会報告書」[第50年第7号(昭39・6)]に集録されている。昭和38年9月に鋼管部会が発足され第3期にはいり、昭和38年11月から昭和50年11月までに25回の部会を開催し現在に続いている。鋼管部会への発展的改組に伴い下部組織として、継目無鋼管

分科会および溶接鋼管分科会が昭和42年8月よりそれぞれ発足しており現在に至っている。現在における部会への加入メンバーは表2.1に記載している12社22事業所であり20年間でほぼ倍増している。現在の鋼管部会長は住友金属工業(株)取締役支配人三瀬真作、継目無鋼管分科会主査は日本鋼管(株)京浜製鉄所生産部主任部長小滝昌治、溶接鋼管分科会主査は新日本製鉄(株)鋼管技術部長大日方達一の三氏である。

2.1.2 運営

鋼管部会は年に春秋2回(5月・11月)2日間開催され、両分科会も又年2回(2月・8月)開催されている。製管技術及び設備に密着した問題はそれぞれの分科会において共同実験も含めて討議されている。部会においては両分科会に共通する諸問題について共通議題を選んで討議を行ない、さらに工場見学を行事の柱の一つとして実施している。具体的には毎回2事業所を担当として選出し、資料整備、会議進行、工場見学など一切の運営をはかっているが、昭和38年11月以降の部会開催状況を表2.1に記載している。

2.1.3 討議方式

鋼管部会では大別して共通議題と特別議題が討議されている。共通議題は両分科会に共通な問題を取り上げ各社より資料を提出・発表するが、最近を担当事業所でアンケートを行ない各社からの回答をまとめて説明し討議を行なう形式を採用している。討議を深めるために、事前配布される資料をもとに相互に質問・回答を交換し、これを担当事業所でまとめる方式もとっている。昭和50年6月および11月の部会では共通議題に基づくパネルディスカッションを行ない理解を深める一助とした。共通議題は幹事会で決定し、担当事業所で案画したアンケート内容の討議決定も幹事会で実施する。特別議題は担当会社・事業所で独自に、部会活動に効果的な内容を選

* 日本鉄鋼協会共同研究会鋼管部会部会長 住友金属工業(株)取締役支配人

** 日本鉄鋼協会共同研究会鋼管部会 継目無鋼管分科会主査 日本鋼管(株)京浜製鉄所生産部次長

*** 日本鉄鋼協会共同研究会鋼管部会 前溶接鋼管分科会主査
新日本製鉄(株)八幡製鉄所設備技術センター副所長

表 2.1 鋼管部会加入メンバーおよび部会開催状況一覧表

会社・事業所名	所属分科会	部会開催年/月 (参加人員)
香濃製鋼(株)・千葉	W	46/11 (111)
川崎製鉄(株)・知多	S, W	40/10 (79), 46/5 (117), 50/11 (116)
〃	W	昭49年入会
〃	W	昭49年入会
〃	W	41/5 (80), 45/11 (120), 昭49年入会
川鉄鋼管(株)・千葉	W	50/6 (102)
伊久保田鉄工所・大浜	W	44/6 (111), 48/11 (120)
(株)神戸製鋼所・神戸	S	44/6 (111) 昭49年入会
〃	S	47/11 (95)
山岡特殊製鋼所・控路	S	47/5 (94)
新日本製鉄(株)・川崎①	W	39/11 (77), 43/12 (100) 昭48年入会
〃	W	昭44年入会
〃	S	38/11 (80), 42/12 (82), 46/11(111), 50/6(102)
〃	W	40/10 (79), 46/5 (117), 50/11 (116)
〃	S, W	39/5 (80), 44/11 (90), 49/5 (117)
〃	W	42/5 (85), 47/11 (95)
住友金属工業(株)・尼崎⑤	S	41/5 (80), 45/11 (120)
〃	W	昭44年入会
〃	S, W	40/5 (80), 43/5 (91), 48/11 (120)
住友大径鋼管(株)・加古川	W	47/5 (94)
〃	W	昭42年入会
東芝鋼管(株)・川崎	W	38/11 (80), 43/12 (100), 48/5 (95)
日本鋼管(株)・京浜	S, W	39/11(77), 41/10(99), 42/12(82), 45/5(102), 48/5(95)
〃	W	49/12 (125)
日本パイプ(株)・尼崎	W	40/5 (80), 43/5 (91), 49/12 (125)
〃	W	41/10 (99), 45/5 (102)

① 旧富士三機鋼管 ② 旧八幡鋼管 ③ 旧八幡製鉄 ④ 旧八幡鋼管
⑤ 旧八幡製鉄 ⑥ 旧富士三機鋼管 ⑦ 住友海軍鋼管を含む

表 2.2 鋼管部会できりあげた共通議題一覧表

分類	議題名 (年/月-担当事業所)	件数
製管作業	①冷索関係アンケートまとめ(45/10-住金・和)	1
製管設備	レデュサーの設備概要(42/12-新日鉄・東)；レデュサーのまとめと問題点(43/5-日バイ・尼)；設備管理について①(45/5-新日鉄・東)；設備管理について②(46/11-新日鉄・東)；	4
精製関係	精製-切断・ネジ切・西以(39/5-新日鉄・元)； <u>設備移設について(39/5-新日鉄・元)</u> ； <u>溶融亜鉛めっきについて(43/5-住金・和)</u> ； <u>防錆について(43/12-東芝・新日鉄・川)</u> ； <u>矯正切断作業について(44/11-新日鉄・元)</u> ； <u>設備管理アンケートのまとめ(45/5-鋼管・京)</u> ； <u>コーティングについて(46/11-吾路)</u> ； <u>検査-結果その他について(47/5-山形製)</u> ； <u>検査-検査作業の省力化について(47/11-神鋼・東)</u> ； <u>曲り管の製造について(48/5-東芝)</u> ； <u>省力化の推進状況について(49/5-住金・尼)</u> ； <u>防錆-マーキング-梱包及びミルシートの状況について(49/12-日バイ・尼)</u> ；	12
試験検査	工程中の品質管理と検査(40/5-日バイ・尼、住金・和)；異状ロット判定、処理基準(40/10-新日鉄・東)；NDI について(40/10-川鉄・知多)；NDI 設備とNDI の信頼性(41/5-住金・尼、川鉄・西)；NDI 自動探傷設備の概要と検出能力(41/10-鋼管・京)；標準きずと自然きずの関係(41/11-日バイ・市)； <u>実用試験の理論上-規格上の意味(42/5-新日鉄・八)</u> ； <u>一人平試験のまとめ(42/12-鋼管・福)</u> ； <u>鋼管検査実態調査について(41/11-新日鉄・光)</u> ； <u>鋼管検査の異状報告(45/5-日バイ・市)</u> ；	10
管理関係	素材(鋼片コイル)の受入管理(39/11-鋼管・川、新日鉄・川)； <u>工程管理について①(45/11-川鉄・西)</u> ； <u>工程管理について②(46/5-川鉄・知)</u> ； <u>公害防止対策について(47/5-住大径・加)</u> ； <u>外注依存作業とその管理について(47/11-新日鉄・八)</u> ； <u>工場内の搬送方法について(48/5-鋼管・京)</u> ； <u>技術管理体制について(48/11-久保田・大)</u> ； <u>技術開発体制について(48/11-住金・和)</u> ； <u>最終検査後の製品の管理について(49/5-新日鉄・光)</u> ； <u>技術サービス体制について(49/12-鋼管・福)</u> ； <u>鋼管の受入仕様と製造品質設計について-パネル-ディスカッション(50/6-新日鉄・東)</u> ； <u>製管工場における省エネルギーについて(50/6-川鉄鋼管)</u> ； <u>鋼管の受入仕様と製造品質設計について(50/11-新日鉄・東)</u> ； <u>基本的還元について-パネル-ディスカッション(50/11-川鉄・知)</u> ；	14

び講演する形式であり、さらに両分科会の成果についての特別報告が行なわれる場合もある。表 2.2 にこれまでとり上げてきた共通議題の一覧表を示す。分類別に示すと、「製管技術」1件、「製管設備」4件、「精製関係」12件、「試験検査」10件、「管理関係」14件となっている。部会の性格として止むを得ない面はあるが、製管作業における上工程に関連する討議がややおろそかとなっている傾向が認められ、今後この方面の再探求に着手することが部会において意志決定されている。なお表 2.2 において枠取りしている議題は次項でその内容を紹介しているものである。

2.2 活動状況の概略

第1回(昭・38・11)より第25回(昭・50・11)までに共通議題として取り上げた多くの議題のうち代表事例について、内容の概略を以下に報告する。

2.2.1 冷索関係アンケートまとめ(製管作業関係)

冷索関係の設備技術の実情を調査する目的で、国内7社11事業所にアンケートを出し、昭和45年11月にその回答をまとめた。調査項目と概要を以下に記す。

1) 工場規模及び生産品種：工場規模は、冷索能力で100~5600t/月と幅が広い。冷索専用工場では、1000~5600t/月の規模のものが多い。生産品種は、ボイラチューブ、構造用鋼管、配管用鋼管、熱交用鋼管が主なものである。

2) 使用母管：継目無管、溶接管の両方が使用されて

いるが、継目無管が主力であり、マンネスマン製管方式又は押出管製管方式がよく使用されている。

3) 抽伸機とその能力：鎖式抽伸機が主体で、1~3本引が通常であるが5本引のものもある。水圧又は油圧抽伸機は、主に大径管用に用いられ、抽伸力は100~500t程度である。

4) 冷間圧延機の適用材質：主として軸受鋼、不銹鋼を加工対象としており、減面率は約60~70%程度である。

5) 引抜法と最大減面率：引抜法は心金引が一般的であり、フローティング引、空引も行なわれている。炭素鋼鋼管の最大減面率は、心金引で25~40%、フローティング引で45~50%である。

6) 口絞り機種と口絞り形状：型式はロータリースエージャー型と油圧ポインター型が一般的に使用されている。口絞り形状はローソク型が多く用いられている。

7) 潤滑法：炭素鋼、低合金鋼には、燐酸塩下地被膜にステアリン酸ソーダを反応させたもの、合金鋼及び不銹鋼には、矽酸被膜にステアリン酸ソーダを反応させるプロセスが用いられている。このプロセスの問題点として乾燥時間、コスト、潤滑及び下地被膜除去などの点があげられている。

8) 脱スケール、脱脂、廃酸処理、ヒューム対策：脱スケールには、炭素鋼及び合金鋼では硫酸が使用され、不銹鋼では硝酸と弗酸の混酸が主に使用されている。廃酸処理は、アルカリで中和後沈殿物と水に分離して廃却している例がある。ヒューム対策としては、エアーカーテン、廃ガスダクトが用いられている。

9) 技術進歩：冷索設備面では、鎖式抽伸機の引抜速度の上昇、多本引抽伸、長尺抽伸などの対策が取られている。抽伸工具における超硬工具の使用及びフローティング工具の適用、また潤滑法の上では潤滑剤の温度管理及び作業管理の向上などの改善も、抽伸速度の上昇、抽伸加工度の向上に大きく寄与している。脱スケールでは槽傾斜角増大で効率化している例がある。

2.2.2 設備管理について (製管設備関係)

1) 設備保全

(1) 組織：設備の機会損失費用を減少し、生産能力・品質能力の維持ならびに改善を計るため、予防保全・事後保全ならびに改良保全の組み合わせの、いわゆる生産保全方式がとられており、地域保全又は地域保全と集中保全の組み合わせなど、各社の実状に適應した組織となっている。又整備機能をほとんど保全部門に集中した形態で運営されている。

(2) 予防保全と事後保全の区分：最終経済的保全のあり方の定量的把握と保全効果の尺度を見極めることは容易でなく、故障休止損失時間・整備費・品質・歩留などの実績を解析し総合判断し管理しているところが多いが、一部には保全効果指数を設定し前年実績と対比するなどが行なわれている所もある。予防保全・事後保全の適用は、設備単位ごとに重要性の面からA(PM)、B(準PM)、C(BM)の3段階に分類し、かつ生産品質・能力の面からの要請に応じ弾力的運用が計られている。

(3) 要員：製法・生産寸法・品質・立地条件・保全業務分担範囲などにより保全要員に差は生じているが、事務技術職・技能職・協力会社を含め、

- 小径電縫管工場…200~400 t/M/人
- スパイラル工場…200~600 t/M/人
- 継目無管工場…… 50~150 t/M/人

が比較的多く、各製法が混在し一括保全される場合は、350 t/M/人以下が多い。

2) 設備管理

(1) 操業・保全両部門の分担区分：各製法共ロール・マンドレル・切削刃物などの工具類は操業部門の管理色が強く、モーター・溶接機・加熱炉・ボイラーなど特殊知識・技能を要するものは保全部門の管理が主となっている。定期点検は保全部門が分担する場合はほとんどであるが、日常点検は、電縫管及びスパイラルは操業側が行ない、熱押およびマンネスマンでは保全部門が行なう場合が多い。

(2) 予備品管理：予備品は、操業用品は操業部門で管理し保全用品のうち常備品は資材部門で、個別発注品は保全部門で管理される例が多く、予備品の在庫を減らすため標準化による共通部品化・EDPS化が進められている。又一部には、メーカーと年間契約によるメーカー保管例もある。

(3) 保全費用：操業条件の違いなどから正確な比較

は難しいが各製法別保全費用を次に示す。

- 電 縫……190~1 089 円/ t
- 鍛 接……712~946 円/ t
- スパイラル……700~1 200 円/ t
- 熱 押……2 750~3 900 円/ t
- マンネスマン……1 099~2 600 円/ t

3) 設備稼動状況

(1) 製造法別平均稼動状況：稼動時間に占める型替・調整時間比率は電縫・熱押が高く、故障では熱押の機械故障、電縫の電気故障比率が高い。

(2) 定期整備と突発修理：整備体制として、機械関係は定期整備は外注と自家で行なうが日常整備と突発修理は自家で対処するところが多いが、電気関係はすべて自家で行なうところが多い。

(3) 製法別・設備別故障率：設備故障に関連して、設備計画に際して保全の視点からの設備への作り込みの重要性が多く指摘されている。

2.2.3 熱処理関係アンケートまとめ (精整関係その1)

昭和 45 年 5 月に熱処理関係 (熱処理炉及びポストアニール) についてのアンケート形式によるまとめが行なわれた。

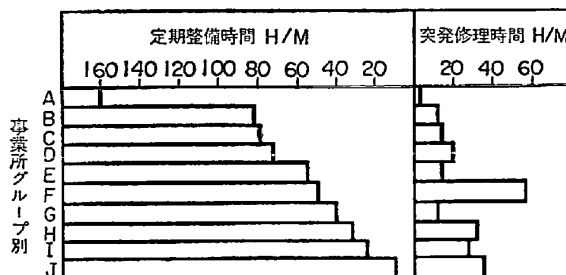
1) 熱処理炉

熱処理炉は継目無管各社と溶接管各所の 8 社 12 事業所がアンケートに参加した。アンケートの項目は、炉設備・熱処理方法 (指定管種、特殊管種及び溶接管についてそれぞれ熱間、冷間、仕上、中間の熱処理)・操業上

表 2.3 単位：稼働時間中に占める%

製 法	型替・調整	定期整備	故 障		対 象 ライン数
			機械	電気	
電 縫	18.7	5.1	2.4	2.1	46
鍛 接	8.5	16.4	2.2	1.7	6
スパイラル	19.1	5.0	2.9	0.5	9
熱 押	9.7	12.8	8.7	1.1	7
マンネスマン	11.1	6.5	4.1	0.4	5

表 2.4 定期整備時間と突発修理時間の関係



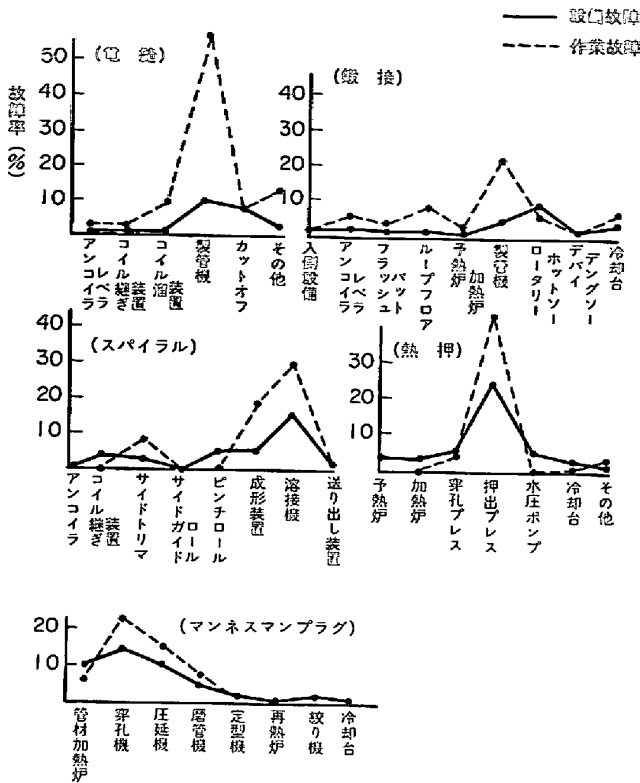


図 2-1 各製法・各設備ごとの故障率 (各工場平均)

表 2.5 管種別熱処理方法

(事業所の数)

管種	熱冷区分	仕上区分	熱 処 理 方 法				
			焼 準	焼 準- 焼 戻	完 全 焼 鈍	低 温 焼 鈍	
継目無管	STS 42	熱	仕上	2	0	0	4
		冷	中間	0	0	0	6
	仕上		2	0	0	4	
	STPA 22	熱	仕上	0	3	1	2
		冷	中間	0	1	0	5
			仕上	0	4	1	1
STB 42	熱	仕上	2	1	0	2	
	冷	中間	0	0	0	5	
		仕上	2	1	0	2	
溶接管	STB 35	冷間仕上	1	0	0	0	
		冷間以外	5	0	0	0	

の問題点と対策などにわたった。

(1) 炉設備：大半が連続炉 (約60%, バレル炉を含めると約90%) であり光輝焼鈍炉もかなり多い。燃料としては C ガスまたはブタンガスなどの気体燃料が多く

(55%), 軽油又は重油などの石油系燃料が約 1/3 を占めている。その他には電熱あるいは重油-ガス混合のものがある。

(2) 熱処理方法：品種別については、継目無管では STS 42, STPA 22 及び STB 42, 溶接管では STB 35 を指定管種とした。この他に特殊管種も含めて、これらの管種ごとの熱処理方法が各社ごとに整理された。指定管種についてそれぞれの熱処理を採用している事業所数を整理すると表 2.5 のとおりである。それぞれ同一種類の中でも事業所によりかなり条件には差異があることがわかる。寸法別均熱時間では、焼ならしではほとんどの事業所が約 10 min を標準として 4 min の事業所が 1 カ所ある。焼なまし (低温焼鈍) に対する見解としては、応力除去又は軟化が最も多くあげられている。

(3) 操業上の問題点：炉内温度の管理値としては $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 又は $\pm 10^{\circ}\text{C}$ とするものが最も多く (それぞれ 36%), $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 又は $\pm 20^{\circ}\text{C}$ とするものがそれぞれ 10%, $\pm 25^{\circ}\text{C}$ とするものが 7% あつた。炉内への外気侵入対策としては、炉内圧管理とカーテンによるものが大半を占めている。(両方で80%) 炉の稼動は原則として 24hr 操業 (8hr×3S 又は 12hr×2S) とするものが約 85% を占めている。故障率としてはほぼ 1% とするものが半数で、0.5% 以下というものも約 25% である。故障原因としては、ローラーハース、ウォーキングビームなどの駆動機構に関するものが約 45% で最も多く、炉壁や台車のレンガ損傷が約 20% でこれに次いでいる。ラジアンチューブの寿命は 1~2 年のところと 4~7 年のところが半々となつており、溶接部を含むものは半年~1 年で溶接部が損傷をうけるようである。

2) ポストアニール

ポストアニール関係では 5 社 8 工場がアンケートに参加した。対象造管機は 4"~2" ミルである。

設備仕様では、全般に小径ミルは大径ミルにくらべポストアニール容量が大きく、ポストアニラーと溶接点及び冷却水槽間の距離は長い。

ポストアニールの適用鋼種は、SGP (やらない) 又は API5LX (やる) は各社共通しているが、細部の運用では相違がみられる。ポストアニールの適用温度は、API 5LX は各社 800~900°C であるが、5LB は 700~900°C と若干の相違がみられる。STPG はほぼ 5LB と同様である。

2.2.4 塗装・梱包・マーキング・測長・秤量

(精整関係その 2)

製管工程の最終工程である精整作業として、防錆塗装・梱包結束・マーキング・測長・秤量などの実態調査、自動化の推進などについては数次にわたる討議を重ねて来た。

1) 防錆塗装の実態について

第 2 回 (昭39-5) 及び第 11 回 (昭43-12) の部会で塗

装について各社の設備、工程、塗料の実態調査を行なった。配管用炭素鋼鋼管では精整ライン中の噴霧式装置でアルキッド系樹脂を塗装している事業所が大半を占める。ボイラ・熱交換器用鋼管ではスプレー式による塗油が大半であり、アルキッド系樹脂ワニスも適用している。防錆期間は屋内で4~12カ月、屋外で2~6カ月である。内面防錆対策としてポリキャップ又はVPI紙を用いる所が多い。油井・油送管ではエアレス式スプレー装置により外面は樹脂系硬質ワニスを塗装している。防錆期間は屋内で8カ月~1年、屋外で2~6カ月である。国内向けと輸出向けによる特別な区別はしていない。機械構造用鋼管では、ドブ漬、シャワー、ロール方式などで軽質鉱物油系を塗布しており、屋内防錆効果は1~3カ月である。ドブ漬の所が多いため内面防錆は行なっていない所が多かった。使用前の防錆効果のための重塗装と、使用時に望まれる良好な脱脂性との兼ね合いから、塗装条件に関する開発改善、さらには作業の自動化など望まれる。

2) 測長・秤量・マーキング・梱包結束・ミルシート
の自動化について

第18回(昭47・5)及び第23回(昭49・12)の部会で調査討議を行なった中から主として自動化についてまとめた。

(1) 測長：30工場中、14工場が自動化されており特に継目無管の自動化比率が高い。測定値は表示だけのものが大半であるが、本体マーキングまでの自動化が2工場、パッキングリストまでの自動化が4工場ある。

(2) 秤量：秤量実施範囲は全品種秤量が継目無管で9工場中7工場、溶接管で17工場中2工場、他は一部品種のみ秤量している。測定値は本体マーキングまでの自動化が2工場、パッキングリストまでが4工場、本体マーキング及びパッキングリストまでが1工場ある。

(3) マーキング：ステンシルの自動化は39工場中19工場あるが、刻印の自動化は2工場のみである。ステンシルは大半が片端であり方式は型板又はゴム印が主体である。

(4) 結束：結束は38工場中21工場が外注化しており自動化比率は低い。自動化14工場中、完全自動化

は鍛接管の2工場のみであり、他は自動・手動併用である。

(5) ミルシート：自動化14工場はコンピューターを使用し自動化している。パッキングリストも同様である。

(6) 梱包：26工場中15工場が外注化しており、又作業内容から見て自動化が実施困難なため進んでいない。

(7) まとめ：測長、秤量、マーキングについてはかなり自動化が進んできている。測長については若干故障頻度が高いこと、結束については荷姿が不安定なことに技術的問題点を残しているが、基本的には多種少量生産ユーザー仕様の多様性などが自動化を阻害しており、これらの整理くふうが今後の自動化推進の課題であろう。

2・2・5 省力化の推進状況について(精整関係その3)

省力化の推進状況については、昭和47年11月と昭和49年5月の2回にわたって、主に省力化に対する基本方針、実績、問題点などについて調査した。

1) 省力化に対する基本方針

省力化の主目的としては、コストダウン(人件費の吸収など)が最優先とされ、以下操業維持、労働条件の向上などが挙げられている。また社外工(協力会社)の省力化についても、コストダウンや生産変動に対する雇用の弾力性が主目的とされ、外労化の適用職種としては、ステンシル、塗油、梱包及び疵取、手入作業が主体である。

2) 省力化案の採用

省力をすすめる場合の投資基準額については、昭和47年アンケート時点では社内工300~650万円/人(社外工150~500万円/人)であつたが、昭和49年においては社内工400~1000万円/人(社外工300~900万円/人)となつている。さらに昭和50年には1000万円/人を超える会社がかかなりの数に増えてきたが、最近の不況を反映して省力投資はやや足踏み状態にあるものと考えられる。

3) 省力化の実績

昭和48年1年間の省力化の実績を製造工程別にみると精整及び検査関係が主体で全体の66%を占めている。又製管法別には、マンネスマンやユジーン押出などの継

表 2-6 精整作業自動化状況調査結果

	自動化比率(自動化工場数/対象工場数)					自動化工事業所数 (対象23事業所)	
	継目無管	鍛接管	溶接大径管	溶接中小径管	計	47月5月	49年12月
測 長	6/8	0/2	5/13	3/7	14/30	8	10
秤 量	6/9	1/5	6/9	4/8	17/31	5	12
マ ー キ ン グ	4/9	6/6	1/13	8/11	19/39	13	15
結 束	1/8	4/6	—	4/10	9/24	4	7
梱 包	—	—	—	—	—	—	—
ミ ル シ ー ト	4/9	3/6	3/13	4/11	14/39	—	—
パ ッ キ ン グ リ ス ト	2/9	1/6	2/9	3/7	8/31	—	—

[注] 表2中自動化工場数中には一部手動併用の工場を含んでいる。

目無管で積極的に省力化が推進された。試みに、昭和47年3Qを100とした場合の昭和48年同期の生産性(倉入量(t)/工数(人・時間))を求めてみると、特にマンネスマン法での生産性の向上が130と他の製管法に比べ非常に顕著である。(溶接法では110~114程度)これは継目無管は比較的歴史も古く、設備やレイアウトなど旧式であったものが最近省力に力を注いだのに対し、溶接法ではサブマージドアーク溶接法などは設備も新しく、スタート時点からEDP化、レイアウトなども十分考慮され省力に力が注がれていたことも一因と考えられる。

4) 省力化の問題点

省力化の推進を阻害している問題点については、投資金額の阻害度が最も大きく、次いで工場の設計能力、アイデア、設備・部品納期などが問題とされる。逆に作業員能力、職制・組合の理解度などはあまり障害となっていない事がわかった。又省力化を進める上では、対象設備に関係する担当者に十分納得してもらうこと、実際面で作業が楽になるが要員が減らないこと、工場敷地の狭いことなどに苦心や失敗事例がみられる。

2.2.6 実用試験の理論上、規格上の意味について

(試験検査関係)

鋼管の横方向の靱性の試験として、又実際の管加工に近似的な試験として、へん平、押しひろげ、曲げなどの実用試験が行なわれるが、機械的性質とこれらの試験値との関係は明確でなく、又その規格値がいかなる意味をもつものか明瞭でない場合が多い。このことをふまえて、鋼管部会でこの問題をとり上げ各社で検討を行なった。各社の検討結果は第8回(昭42・5)部会で報告され、第9回(昭42・12)部会で結果の取りまとめが行なわれた。各社の理論的考察(実験を含む)は主にへん平試験について行なわれ、又へん平、押しひろげ試験の実際のデータが収集された。溶接管の場合は、特に溶接部の強度及び靱性に対する試験としての観点からも多く検討された。

1) 理論的考察

(1) へん平試験に対する一般的考察：数社において試験の際に生ずる管内外表面の伸びを測定して理論(規格)式との比較検討が行なわれた。これらの結論のうち主なものをあげると次のとおりである。

(i) へん平の際の管左右部の外表面の実際伸びは、JIS又はASTMのへん平式の伸び率(e)よりも大きく、特に t/D が小さい場合はその差が著しい。

(ii) 厚肉管では左右外表面伸びよりも天地内表面の伸びが大きく、上下の内面で割れることが多い。

(iii) 実測外表面伸びは、 t/D が小さいときは測定値と平面荷重の計算値は比較的よく一致する。しかし、 t/D が大きくなると測定値の方が小さくなる。

(iv) へん平高さを $H=x \cdot t$ で表わときは、薄肉管ほど外表面伸びは高くなるので、ロイド式よりもJIS、

ASTM式の方が合理的である。

(v) $t/D=0.082$ の管についてのへん平試験では、へん平初期には管内外表面の伸びと縮みの大きさは等しいが、へん平が進行すると局部伸びが著しく増加する。

(2) 溶接管のへん平試験：電縫管におけるへん平試験の際の母材部及び溶接部についての実測が行なわれ、又溶接管の横方向靱性に関するAPIの最近の動向に対する検討が行われた。これらの結果のうち主なものは次のとおりである。

(i) 同一 H/D に対する溶接部、母材部の実際伸びは、いずれもJIS式などの計算伸びよりかなり大きい。

(ii) 溶接まま及び溶接部焼鈍材ともに、溶接部の曲率半径は理論曲率半径より大きい。これは溶接ままの方が特に著しい。 t/D が大きいものの方が溶接部の曲率半径は小さい。

(3) 押しひろげ試験：外径基準、内径基準及び平均径基準のそれぞれの拡管率相互の比較が行なわれた。その結果、同一の靱性の管であれば厚肉管の方が拡管性は良好なことが示された。これは、厚肉管ほど拡管の際の肉厚の減少が大きいためであると考えられる。

(4) サブマージドアーク溶接管の溶接部曲げ試験：一般に多く用いられているロール曲げ試験の曲げ半径と伸びとの関係が求められ、クラックの発生限界が検討された。管の溶接部曲げ試験の伸びは、APIで検討している式 $\{2R=1.15(D-2t)/(eD/t-2e-1)-t\}$ で示される値に近いものである。クラック発生原因と曲げ半径との関係はあまり明瞭ではない。管状試験片の $R=3t$ は板状試験片の $R=2t$ に相当する伸びを生じており、API規格が妥当であるなどの結論が得られた。

2) 実用試験値

各社のへん平押しひろげ試験値を整理した結果次に示すような傾向が明らかとなった。

(1) へん平試験：

(i) 継目無管及び電縫管ともに抗張力が高くなるほど、又 t/D が大きくなるほどへん平高さは高くなる。

(ii) 電縫管は継目無管に比べてややへん平高さが高い傾向がありバラツキが大きい。高周波と低周波では、低周波の方がややへん平値が悪い。

(2) 押しひろげ試験：

(i) 継目無管と電縫管では試験値はほぼ同程度であり、いずれも抗張力が高くなると悪くなる。

(ii) t/D と試験値の関連は明瞭では無いが、 t/D が大きい程試験値がやや良好である。

2.2.7 鋼管の客先仕様と製造品質設計 (管理関係その1)

製品の品質設計に際して第一に検討するものはユーザーから提示される仕様書である。この仕様書に記載されている各種の規定は、各国の国家規格・団体規格によるほか、ユーザーが独自に設定したいわゆる「客先仕様」

表 2-7 客先仕様が付加される割合 (単位%)

製造法	用途						
	特殊配管用	任用・原子力用	油井用	電線管用	構造用	その他	平均
継目無鋼管	15	75	25	—	18	29	25
電縫・鍛接鋼管	10	36	26	0	28	6	14
電弧鋼管	52	—	—	—	20	—	40

表 2-8 製品用途と客先仕様が付加される主な理由

付加理由	継目無	電縫・鍛接	電弧
諸規格に規定が無い	任用原子力用(缶・原子力)		構造用(一般構造・杭)
諸規格の規定値では満足出来ない	油井用	構造用(一般構造・杭)	
上記2理由の双方を含む	特殊配管用(配管・特配) 任用原子力用(熱交) 構造用(機械構造)	特殊配管用(配管・特配)	特殊配管用(配管・特配・ラインパイプ)

註()は小分類

表 2-9 客先仕様の主な内容

用途	製造法		
	継目無	電縫・鍛接	電弧
特殊配管用	レードル分析値 高温特性	(配管特配) 目立のものなし (ラインパイプ) レードル分析値, チェック分析値 非破壊検査, 寸法検査・水圧 検査基準, 熱処理	(配管特配) 非破壊検査, 機械 的性質, 実用試験(耐圧, 衝撃) (ラインパイプ) 上記の外に脱 酸法, レードル分析値, 炭素 当量
任用・原子力用	(任用) 熱処理, 製品硬さ 非破壊検査, 寸法外観検査基 準 (原子力用) 上記以外に製造 工程高温特性	非破壊検査, 水圧検査 実用試験(扁平, エキスパン ド)	—
油井用	チェック分析値	—	—
構造用	外観検査基準	寸法・外観粘査基準実用試験 (扁平)	非破壊検査 寸法検査基準

によるものとなる。

これら客先仕様は、どの用途製品に、どの様な内容のものが要求されるかについて鋼管部会参加各社の実態をまとめると次のようである。表 2-7 より明らかなように鋼管全受注量の 23% (重量%) には客先仕様が付加されている。特に製品の用途上品質要求の厳しいとされている継目無ボイラ用・原子力発電用鋼管や電弧溶接特殊配管用鋼管 (ラインパイプ) などには客先仕様が付加される事例が極めて多い。このような客先仕様が付加される理由は、表 2-8 に述べるように、ユーザーの要求事項が諸規格に規定されていないか、あるいは諸規格の規定値では満足できないなどによるものが多い。特に製品要求品質のグレードアップがめざましく、規格化が追いつか

ない場合とか製品の用途が多岐にわたり品質要求が一元化しにくい場合にはこの傾向が強い。客先仕様の内容については極めて多様であるが表 2-9 のような傾向をうかがい得る。すなわち、素材や製品の成分、製品の検査方法・検査基準、製品の機械的性質や実用特性を規定するものが多い。

他方、メーカー側ではこれらの要求を基に、独自の経験に基づいて品質設計を行なうわけであるが、この時重点を置く管理項目としては表 2-10 のようにまとめることができる。製品の用途、客先仕様、製造方法などによつて、素材や製品の成分、製造工程、検査工程、検査基準あるいは製品の实用特性などさまざまであるが、鋼管の製造法によつて次のような特徴が認められる。すなわ

表 2.10 品質設計時の重点管理項目

用途	製造法	継 目 無	電 縫・鍛 接	電 弧
特 殊 配 管 用		製造工程全般, レードル分析値 非破壊検査, 寸法・外観検査 熱処理	(配管特配) 製造工程全般, レ ナドル分析値 非破壊検査, 実用試験(扁平) (ラインパイプ) 上記の外に製 造工程・検査基準に関する項 目極めて多い. その他機械的 性質, 熱処理	製造工程・検査・実用試験に関 する項目極めて多い. 他の製 品の機械的性質, 硬さ, 溶接 性
缶用・原子力用		上記(特殊配管用)以外に 高温特性	製造工程, 検査基準, 製品の機 械的性質実用特性等について 極めて多い	—
油 井 油		上記(特殊配管用)以外に脱酸 法, 脱ガス法, 機械的性質	—	—
構 造 用		製造工程全般, 寸法・外観検査 熱処理	(一般構造・杭) 寸法検査 実用試験(扁平) (機械構造) 製品の用途によつ てさまざまである.	レードル分析値 非破壊検査, 寸法, 外観検査

ち、継目無鋼管では重点管理項目は客先仕様の付加の多少にあまり影響を受けないが、溶接・鍛接鋼管では客先仕様が検査方法や検査基準に集中する傾向を受けて、品質管理上の重点項目もこの点に極めて高いウエイトが置かれている。又各製造法に共通していえることは、製品の品質等級が高くなるにつれ品質設計時の重点管理項目の数も増え、品質の作り込みに努力していることである。

2.2.8 鋼管の工程管理について (管理関係その2)

当部会では、第15回(昭45・11)および第16回部会(昭46・5)を、「工程管理について」という議題で開催し、各社の工程管理体制、工程管理の実施状況ならびにコンピューターの導入状況などが報告されており、その内容をここに要約して紹介する。

尚、当議題の報告は、第15回、第16回ともに、会社別事業所別製管方式別に行なわれている。

1) 組織と工程管理機能について

組織では、検査機能を除く工程管理機能を集中的に管理するスタッフ部門として生産管理担当課を独立して設けている会社が多く、検査機能は試験、検査を専門とする検査部門が担当している会社が大半であるが、数カ所の事業所では製造課による自主検査体制を実施していた。

2) 外注加工と依存状況について

各社ともメッキ加工、ネジ切加工はほとんど外注に依存しており、次いで引抜き加工、切揃え加工、素材のスリット加工、塗装、熱処理の順で外注依存度が高いようであった。

3) 工程管理における機械化の状況について

各社ともコンピューターを導入し機械化をはかっているが、その練囲が比較的狭く、実績集計業務、出荷関係業務が機械化されている程度であった。

そのなかで日本鋼管、住友金属、神戸製鋼、三社の継目無鋼管関係および新日鉄の君津製鉄所の工程管理全般にわたって比較的幅広く機械化しており出色であった。しかし、各社とも将来的には一貫した機械化システムを指向しており、開発途上の会社もあつた。ただ潜弧溶接方式の機械化にはほとんどの会社が積極的な姿勢を示さなかつたのが特徴的であつた。

また、機械化の目的と成果は省力化を第一に、次いでミス防止、工程進捗の迅速化のためと答える会社が多く鋼管部門の機械化が遅滞した理由は品種が多様多様で標準化がむずかしく、工程も複雑で例外処理も多い。その上、生産規模からみてシステムコストが割高となり採算性が悪いからという意見が多かつた。

4) 受注検討について

受注検討のために、特に負荷の計算を日常しておく工程、その負荷を積上げる方式などについて各社の状況が報告されたが、当然のこととはいえ、ミル能力と次工程の処理能力が異なり変動の多い工程、あるいは自社のネックと考えている工程について負荷計算を行なうと報告された。

5) 月次の素材計画および生産計画について

素材計画では素材の圧延周期、発注周期、入手期間、納期設定などについて報告された。

素材の圧延周期、発注周期は月間3~4回が多く、納期はほとんどの会社で使用前5~10日としていた。入手期間は大半が自工場内で調達するときは20~30日、他工場からでは30~40日であつたが、住友金属の和歌山、新日鉄の戸畑ほか2~3の事業所では10~15日で入手していた。

生産計画では生産能力基準値の設定方法、見直し時期見込生産比率、段取替回数、受注ロットおよび造管ロッ

トの大きさ、工場配分、あるいはミル配分の考え方などについて報告されたが、各社ともあまり大差はなく、見込生産、比率などは製管方式別に受注内容や生産形態の特徴がよく現われていた。

6) 進捗管理について

進捗管理の方法は、全体的に各工程の実績日報をパウチャーとしてハンドで処理していたが、継目無鋼管は比較的機械処理している会社が多かった。

また、工程進捗の円滑化または正常化のための関係部門による工程進捗会議を各社とも最低月一回は開催しており、多いところでは毎週一回開催している事業所もあった。

尚、進捗管理に関連する工程中の仕掛品の管理担当は製造部門や工程管理部門と各社まちまちであった。

7) 製品保管、出荷管理について

製品の保管方法、保管状態、保管場所、製品倉庫の配置についての考え方、製品保管から出荷手配までの担当部門および構内あるいは国内の輸送方法などが報告された。

製品保管については各社とも大差なく、小径管類は屋内倉庫に結束して井桁積あるいは保持枠を使用して保管し、中径管、大径管は屋外で俵積みしており、製管方式別に共通していた。

担当部門は工程管理部門、倉庫部門、運搬部門などで比較的倉庫部門で担当しているところが多かったが、思想的には倉庫部門を工程管理部門を吸収して、製作指示から出荷手配までを一元的に管理する機能を持った組織化が望ましいという意見が多かった。

輸送方法は構内、国内とも全体的に常識的であり、鋼管部門としては当時比較的目的新しい機械のトラバーサが神戸製鋼で使用され、トラベリフトが新日鉄の君津で計画されていた。

8) その他、素材の在庫率、工程中の仕掛率、製品の在庫率(国内向)、工程上の問題点とその改善方向および工程管理手法の研究体勢などについて報告されている。

素材の在庫率は自工場内生産の事業所は低く、他工場生産の事業所は高い一般的な傾向が示され、なかには、政策的に納期短縮のため素材在庫を多く(150%)かかえている事業所もあった。

仕掛率では多くの事業所で減少の必要性を認め設備能力アップによる工程日数の短縮、工程間能力のアンバランスの解消により減少を目指していた。

製品在庫率では50%前後を適正とする意見が多くみられたが、現実的には需要家の都合による引取延期がかなりあるようで、半数以上が60%以上の在庫率であり最高は100%であった。

工程上の問題点と改善方向その他については、各社とも積極的な姿勢で取り組んでいた

3. 継目無鋼管分科会報告

継目無鋼管分科会は昭和42年8月鋼管部会の下部組織として発足した。継目無鋼管分科会は鋼管製造法に個有技術及び管理の問題を深く討議することを目的として、年2回夏冬、東京及び大阪において開催している。会議はマンネスマン関係と熱間押し関係に分けて2日間行なっている。発足以来18回を数え、継目無鋼管の発展経過の中で積極的、協調的な共同研究を行ない、多くの成果を挙げてきたが、更に最近の厳しい情勢に対応すべく努力を続けている。

継目無鋼管は転炉、電気炉、分塊、連鑄の技術改善、発展に援けられ今日の発展をなし得たのであるが、自からの技術の進歩による製品の品質向上、高級化、製造コストの低減に依る面も高く評価できるので、今後共関係各位の一層の協力をお願いしたい。

3.1 継目無鋼管分科会の状況

3.1.1 継目無鋼管分科会の研究対象

継目無鋼管分科会は、マンネスマン穿孔法を用いるブラグミル、マンドレルミル、アツセルミル及びプレス法によるユジーンセジュールネにより製造される継目無鋼管製造を対象としている。マンネスマン穿孔法を用いるピルガーミル及びプレス法によるエルハルトプッシュベンチを含んでいない。又冷間引抜法による継目無鋼管製造法も含んでいない。当分科会の対象とする継目無鋼管の昭和49年の生産状況は、全鋼管生産量のほぼ1/4を占め、そのうちマンネスマン穿孔法による鋼管が約95%、プレス法による鋼管が約5%である。

3.1.2 継目無鋼管製造法の発展経緯と分科会の研究内容

継目無鋼管の製造法は歴史の長い製管法であり、この製管法の原理は1880年代に発明確立していた。今回の報告対象期間、昭和38年以降に関しては新発明による製管法はないが、昭和43年以降相ついで新設されたマンドレルミルは真に近代的大量生産方式のミルでありかつ、高品質の製品を製造する画期的なミルである。国内において3基稼働している。

分科会の研究内容はそれぞれ、素材、鋼片加工、鋼片加熱炉、圧延、精製、NOI、工場管理、生産性、製造コストと討議され、再び議題一巡する事をくりかえしている。時代は進歩して4~5年経過して再び同一テーマで討議しても常に新しい感動をおぼえている。これらの内容は世界的に見て、設備が比較的新しい事、技術研究、作業にたずさわる者の勤勉さ、熱心さ及び社会状況が研究意欲を高める環境に在る事などにより第一級の成果を挙げていると断言できる。

3.1.3 継目無鋼管分科会の議題

継目無鋼管分科会で取上げた議題を分類して、表3.1に示す。個有の製管法、品質、管理のテーマが多く取上

表 3-1 継目無鋼管分科会議題一覧表

	マンネスマン関係	熱間押出関係
1 素 材	継目無管材ピレット製造上の管理項目(2) 継目無管材コンディショニングについて(3)(15)	ピレットコンディショニングについて(4) 素材の製造工程について(14)
2 製 管	リーラーについて管の変形と品質について(4)(5)(6) サイザーについて管の変形と品質について(5)(6)(7) *(WG)絞りロール機におけるクランプ長さに影響する諸要因(8)(9)(10)(11) マンドレルミルの設備概要(8) *穿孔機における高速穿孔について(10)(11)(12) ミル操作の自動化(11) コンピューターコントロールについて(17)	*(共同実験)押出における偏肉発生の要因について(1, 2, 3, 4, 5) 押出プレス, 穿孔プレス設備, 操業諸元, 技術関係(7) 押出材のガラス除去について(8) エキスパンションに関するアンケート(8) 押出スケジュールの決定法(9) *(共同実験)変形抵抗について(9)(10)(11)(12) 押出し長さのパラッキ(10) 工具設定による押出実態調査(12)(11) ガラス潤滑(12)(13)(14) プレスのアライメント測定方法(15)
3 精 整	マンドレルミルの冷鋸, 熱鋸機(12) 切断機及び切断作業について(14)	
4 検 査	冷間加工製品のNDI精度保証について(8) ECTにおける管端末の未検出距離(9) ピレット検査に関する文献紹介(11) 熱間圧延鋼管外径測定製造紹介(11) 管検査機器紹介(11) *自動計測, NDIの現状と将来(16)	
5 品 質	管内外面肌について(9) 寸法バラッキの防止(穿孔機, 圧延機, 定径機, 絞りロール機)(17) 製管機で発生する疵について(18)	*押出管表面肌への影響について(15, 16, 17) ステンレス薄肉小径管の寸法精度と工具寿命について(17) へげ疵, 機械疵の発生原因と対策について(18) 押出温度, 速度の組合せによるダイスの摩耗状況と素管寸法肌状況(18)
6 工 具	マンドレルパーの製造工程とその問題点(9) マンドレルパー設備保全について(10) ロールショップ作業及び補助作業について(15)(16)	工具に関するアンケート(5)(6)(13) 工具の製作に関するアンケート(9)
7 管理, その他	要員について(6) 新勤務体制移行後の要員について(7) 休止時間, ダウンタイム(7) 工場廃棄物の処理方法(10) 原価低減のための努力(プラグミル, マンドレルミル)(13) ミルスケール, 切断屑等の処理(16) 省エネルギーについて(18)	要員について(6)(7)(16) 発生屑処理法(10) 冷却水, 潤滑油, 作動水に関するアンケート(11) 製造原価について(13) 進行管理について(14)

* 概要を報告する () 内数字は開催回数

げられている。

3.2 研究内容

継目無鋼管分科会の研究結果のうち, 初期のものは特別報告 No. 18「わが国における鋼管の製造技術の進歩」鋼管部会報告(昭和49年7月)に集録されている。その後の研究成果を中心に今回まとめた。

3.2.1 マンネスマン関係

1) (共実) 高速穿孔について

マンネスマン・ピアサーは継目無鋼管製造プロセス(プラグミル, マンドレルミルなど)の穿孔機として重要なミルであり, このミルは上記プロセスの製管能率を律する事が多い。従来の穿孔データーのまとめから高傾斜

穿孔, 押込穿孔の理論的検討およびモデル機, あるいは実機によるテストを各社分担して実施した。

(1) 従来の穿孔データーのまとめ

ピアサーの穿孔速度, 穿孔効率に及ぼす要因とその効果, 及び高傾斜角穿孔($\sim 11^\circ$)における工具寿命, 管品質, 作業性について実験とデーターの整理を行なった。その結果を表3.2に示す。

(2) 高速穿孔について

表3.2のうち, 従来の範囲を越える高傾斜角穿孔($\sim 20^\circ$)と最近の技術として注目を浴びている押込穿孔の実機適用について各社の見解を集約した。その検討項目は,

表 3.2 穿孔データのまとめ

項目	要因	結果まとめ
(1) 穿孔速度	a. ロール傾斜角 b. ロール径	傾斜角大 → 穿孔速度大 ロール径大 → //
(2) 前進効率	a. ロール傾斜角 b. t/D c. ナーリング	ほぼ一定 ミルにより傾向を全く異にする ナーリングは深くて粗い方が前進効率高い
(3) 工具寿命	a. ロール傾斜角	ミルにより傾斜角の影響が異なる
(4) 管品質	a. ロール傾斜角	傾斜角が高いと中・外カブレ率が少ない
(5) 作業性	a. ロール傾斜角	S-(1)社では 11° で尻詰り多発傾向であるが 11° までは特に問題ないとする社もある。
(6) 工具形状	a. プラグ b. ロール	各社の工具形状の比較のみ

(1)設備 (2)作業性 (3)所要動加 (4)工具寿命
(5)管品質 (6)穿孔速度・穿孔効率
である。

(3) 高速穿孔についての操業上の問題と理論
押込穿孔における押込力、及び効果、又高傾斜角穿孔時のロールプロフィールも検討された。

(イ) 押込力の大きさ
必要押込力の大きさは現状では推定の域を出ないが、その考え方は、

$$\text{押込力} = (\text{押込係数}) \times \frac{\pi}{4} \times (\text{ビレット直径})^2 \times (\text{純粋変形抵抗})$$

で表わされる。

(ロ) 穿孔速度と押込力の効果の理論的検討 (N社による)

厳密な理論解析は不可能に近いが、適当な前提条件を置いて前進効率と押込力の計算を行なった。その結果を図 3.1 に示すが、前進効率は押込力が大きいほど向上するが、塑性圧縮変形を生じない押込力の範囲ではその効果は高々 15% 程度のオーダーである。

(4) 高速穿孔に関する実験

モデル機及び実機による押込穿孔(押込+高傾斜角穿孔)の効果を実験的に求めた。

モデル機及び実機で押込力と穿孔速度とが比例して直線的に増加する事が確認された。(図 3.2 参照)

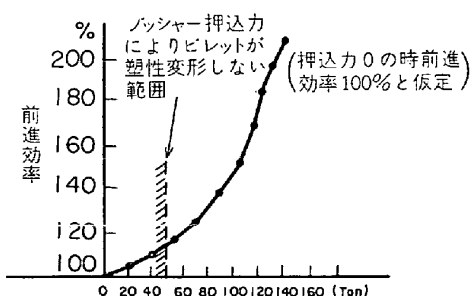


図 3.1 プッシャー押込力と前進効率(計算結果)

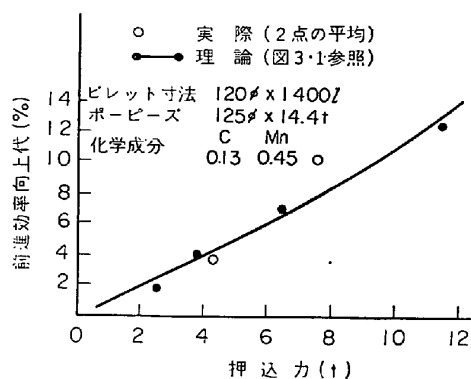


図 3.2 押込力が前進効率向上に及ぼす影響 (実機テスト結果)

ロール傾斜角を高める事が穿孔速度増加の効果が大きい事が確認された。又管品質については実機テスト本数が少ないので断定できない。しかしプラスチックビレットのモデル穿孔テストから押込穿孔時には長手方向剪断歪が少なく、又高傾斜角時には表面捻れが少なく、両者とも通常の穿孔より余分な付加の変形が少なく穿孔できる事が実証された。

2) (WG) ストレッチ・レジャーサーにおける管端増肉長さにおよぼす諸要因について

ストレッチ・レジャーサーで鋼管を圧延すると管端付近の肉厚は中央部より厚くなる。これは管圧延中に働く軸方向引張力(ストレッチ)がレジャーサーを管端が通過する状態(非定常状態)と全スタンド圧延中(定常状態)とで異なっているためである。

このストレッチ変動に及ぼす設備的要因と操業技術的要因があるが、今回は操業技術的要因の中で影響の強い要因 4 項目について実験、討議を行なった。

- 1) パス当たり外径減少率
- 2) 総外径減少率
- 3) ストレッチ係数
- 4) 摩擦係数

(1) 実験方法、条件

各々の実験において、上記 4 要因以外は一定として、同一寸法の母管からレジャーサー圧延を行ない、管の肉厚

表 3.3 試 験 条 件 一 覧 表

試験条件 項目	1) パス当り外径圧下率			2) 全外径圧下率				3) ストレッチ係数					4) 摩擦係数	
	母管寸法	114.3φ×6.0 t 114.3φ×6.35 t			95φ×4.2 t				139.8φ×6.0 t					89.1φ×3.5 t
製品寸法	60.3φ×6.0 t 60.3φ×6.35 t			60.5φ ×4.26t	50.8φ ×4.03t	42.7φ ×3.68t	34.0φ ×3.43t	60.3φ ×5.3t	60.3φ ×5.5t	60.3φ ×5.7t	60.3φ ×5.9t	60.3φ ×6.1t	27.2φ×2.9 t	
鋼 種	0.12% 炭素鋼			0.12% 炭素鋼				0.12% 炭素鋼					0.12%炭素鋼	
使用 スタンド数	11	16	20	12	14	19	23	14					21	
パス当り 外径圧下率	7.5%	5.5%	3.6%	4.9%				7.5%					8.0%	
全 外 径 圧 下 率	47.2%			36.3%	46.5%	55.0%	64.2%	56.9%					69.5%	
ストレッチ 係数(最大)	0.72	0.67	0.64	0.65	0.67	0.75	0.74	0.74	0.68	0.64	0.60	0.55	0.7	
全 伸 比	2.0			1.6	2.0	2.7	2.6	2.43	2.50	2.58	2.60	2.75	4.25	
ロール表面 条 件	—												粗表面 * 1300 t	平滑表面 140 t

* 圧延量

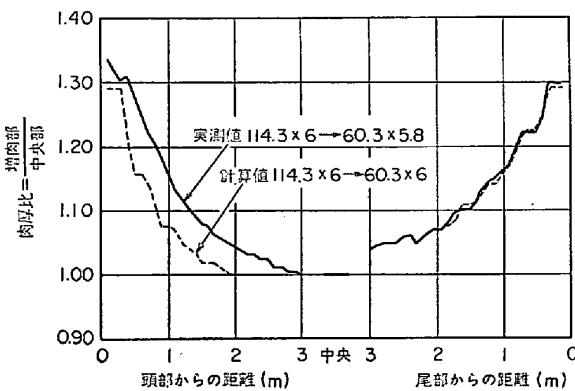


図 3.3 ストレッチレジャーサ圧延管の肉厚分布 (実測値と計算値)

分布を測定して増肉長さ及び重量を実測した。

その実験条件を表 3.3 に示す。又実験と理論計算により求めた、管端肉厚分布の一例を図 3.3 に示す。

(2) 実験結果

(イ) パス当り外径減少率

実験値及び計算値ともパス当り外径減少率が大きいほど増肉長さが短くなる。

(ロ) 総外径減少率

総外径減少率が增大すると等価管端増肉長さ (増肉部長さを母管長さへの換算値) が增大する。

(ハ) ストレッチ係数

実験により、最大ストレッチ係数 Z_{max} が 0.7 くらいまでは Z_{max} の増加と共に管端増肉長さはわずかに長くなっているが、管端増肉重量は変化がない。

(ニ) 摩擦係数

改削直後のロール、及び肌荒れロールで圧延した時の管端増肉長さは肌荒れロールの方が短かく、かつその差は増肉水準を小さくする程大きい。

(3) まとめ

前述の 4 項目以外の項目について WG のメンバーで討議を行なった。

管端増肉長さに及ぼす諸要因は、設備設計、ローリングスケジュール選択、品質への影響などにおいて、相互に関連し、その効果は複雑であり、画期的な改善は難しい。

今後の研究課題としては管端増肉軽減を目的とした制御技術の開発が中心となるであろう。

3) (アンケート) 自動計測・NDI の現状と将来について

継目無鋼管における自動計測および NDI の現状と将来計画についてのまとめを行なった。NDI については API をはじめとする多くの規格に採用され、かなり普及しているが、自動計測については現在のところ熟間工程での寸法・温度の測定や、倉入れ時の測長・秤量に採用されている程度で、開発・普及の余地が十分に残されている。

(1) 現有 NDI 設備の概要

表 3.4 に各社の現有 NDI 設備の保有状況を示す。総じて小径管には過流探傷が、また大径管では磁粉探傷が主流をなしており、超音波探傷はあまり使用されない。最近では検査作業の機械化の一環として、電磁式探傷の採

表 3-4 NDI 設備の保有状況

製造所	管外径範囲 (mm)	超音波探傷	磁粉探傷	渦流探傷	電磁式探傷	
					ピレット用	管用
A	26.7~127.0	—	1 (30千本)	2 (230千本)	—	—
B	26.7~146.0	—	1 (3千 t)	1*+2(21千 t)	2* (46千 t)	—
C	21.3~168.3	1 (490 t)	1 (3.2千 t)	1* (5.5千 t)	—	—
D	33.4~168.3	—	1 (1.2千 t)	1*+1(13千 t)	—	1 (試験用)
E	114.3~177.8	1 (500 t)	1 (2.5千 t)	—	1* (15千 t)	1 (9.5千 t)
F	60~200	—	—	2*+1(4.7千 t)	—	—
G	139.7~244.5	—	1 (4千 t)	1 (2.4千 t)	—	1 (?)
H	190.7~381.0	2 (510 t)	1 (7.2千 t)	—	2*(39.4千 t)	—

() は月間の処理能力 * = オンライン設備

用が目立っている。今後高能率の自動 NDI の開発が待たれるところである。

(イ) 超音波探傷設備

すべてオフライン設備でごく一部の品種を対象に使用されている。対比人工きずとしては肉厚の 5% の深さのノッチがふつうである。

(ロ) 磁粉探傷設備

すべてがオフライン設備で軸方向直接通電により湿式探傷を行なっている。通電電流は外径に比例させているものが多い。

(ハ) 渦流探傷設備

すべてが高能率の自己比較型貫通コイル方式を採用しており、継目無鋼管の NDI 設備の中ではオンライン化が比較的すすんでいる。

(ニ) 電磁式探傷設備

電磁式探傷は鋼管の NDI としては最近になってから発達してきた方式で、素材 (ピレット) の表面探傷には交流磁化方式が、また管の内外面探傷には直流磁化方式がふつうである。検査作業の機械化・高能率化をすすめる上で多くの特徴をもっており、今後の技術開発によって適用範囲が広がるものと期待される。

(2) 自動計測について

圧延ラインにおいては、ピレット重量、圧延伸し長さ、圧延温度、仕上り外径などの測定装置が必要に応じて採用されている。精整関係では倉入れ時の測長機は広く採用されており、高度に自動化されたものも少なくない。他にこのような自動計測の採用による省力効果も期待できる。

3-2-2 熱間押出関係

1) (共実) 熱間押出における偏肉発生要因について

熱間押し鋼管の偏肉発生原因について、共同で要因解析と確認実験を行なった。

この偏肉発生要因は、だいたい次の 5 つに大別される。これらが単独又は相互に影響しあっている。

- 1) 加熱の均一性
- 2) 潤滑ガラス

3) 工具のアライメント

4) ピレットと工具、工具と工具の寸法関係

5) ピレット形状、寸法及び押出比など

(1) 実験方法、条件

各々の実験において、上記 5 要因以外は一定として、熱間押し作業を行なった。

熱間押し機の機構概念図を図 3-4 に示し、又実験条件を表 3-5 に示す。

(2) 実験結果

今回の実験要因で偏肉発生に影響を与える程度をクラス分けして、クラス A, B, C に区分し、評価を表 3-5 に示す。

クラス A : 今回の実験水準ではほとんど偏肉率に影響を与えない要因。

クラス B : 管端のみに現われ、かつ短いクロップエンドに含ませる事ができ、偏肉不良率にはほとんど影響を与えない要因。

C クラス : 管中央部以降に偏肉として現われ、偏肉レベルを左右し、影響の大きい要因。

(3) 考察

クラス A と評価された要因でも、今回のテスト水準範囲を逸脱する場合は当然有意になる場合が考えられる。

クラス B と評価された要因でも、厚肉管でクロップエンドを設ける事が甚しく歩留を悪くする場合には要因として取上げる必要がある。

クラス C と評価された要因のダイスの傾きとピレットの偏心とが偏肉発生に影響を与える最大要因である。この 2 要因は相互に相関度が高い。

ダイスは図 3-4 に示すように、他の工具に組み入れられて使われるので、他の工具の寸法精度の影響をすべて加

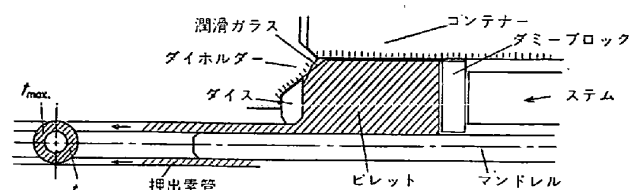


図 3-4 熱間押し機の概略機構図

表 3.5 実験要因と偏肉への影響度

実 験 要 因	ク ラ ス
1) ダイスの傾き (0°, 下 1°, 上 1°)	C
2) ビレットと工具間クリアランス (a) コンテナとビレット (ビレット径の 3%, 7%) (b) マンドレルとビレット (3 mm, 8 mm)	B A
3) 工具間クリアランス (a) ダミーブロックとコンテナ (0.5 mm, 1.0 mm) (b) ダミーブロックとマンドレル (0.5 mm, 1.0 mm)	B or A B or A
4) 段付プレアッセットビレット (各種形状) (a) 段付ビレット (ビレット装入時のコンテナ入口における外面ガラスの掻き取喪失による潤滑効果の不均一及びビレット片冷え防止) (b) コンテナとビレットクリアランス (プレアッセットによるコンテナとのクリアランスを小さくした) (c) ビレット先端内径とマンドレル (d) ビレット内径の特殊加工	A B A B
5) ビレットと工具間クリアランス (a) ビレット外径とコンテナクリアランス (12 mm, 1 mm) (b) ビレット内径とマンドレルクリアランス (16.5 mm, 4.5 mm, 0.5 mm)	B or A
6) 偏心ビレット (1 mm, 2 mm, 3 mm)	C

算されるので精度維持には十分な注意が必要である。

ビレットの偏心は押出後の管には偏肉率として増幅されて現われてくる。又コンテナ内径が偏摩耗してくるとその形状に従ってビレット孔が偏心を起こす可能性がある。

上述の様にダイスの傾きとビレットの偏心が偏肉発生の最大要因である事が再確認され、日常作業の中で今後も一層偏肉低減への努力を払っていく。

2) (共実) 押出管表面肌への影響について

ガラスを潤滑剤とするユジーン押出法においては、とくにオーステナイト系ステンレス鋼の押出管表面に、うろこ状の凹凸(さざ波)が発生しやすく、ひどい場合には、管軸に対して直角方向の切れ目状疵(横切れ)となることがある。また、ビレットの仕上程度が悪く、外削時のバイト目が残っている場合には、とくに押出管の先端部側に魚の骨形状の疵が波状に出る(ヘリンボン疵, herring bone)場合もある。これらオーステナイト系ステンレス鋼の押出管表面肌に影響を及ぼす二・三の因子について試験調査をおこなった。

(1) 押出比の表面肌への影響

SUS 304 を 1200°C で加熱した後、押出比 10, 20, 30 の 3 水準で押出した。この押出管の表面肌を

1 : なめらかで良好な肌

5 : ヘリンボン, うろこが発生

とし 5 点法で評価した結果を図 3.5 に示す。押出比が高いほど押出管表面肌は良くなる傾向にあり、押出比 10 と 20 の差は顕著であるが、押出比 20 と 30 の差は比較的小さいことがわかる。また、押出管の位置(先端部分 Top, 中央部分 Mid., 後端部分 Bot.) についてみると Mid. 部が最も良好であり Mid.-Bot.-Top の順となる。これは、Top 部は押出比が低いため、また Bot. 部はビレットの温度低下および押出速度の減少により Mid.

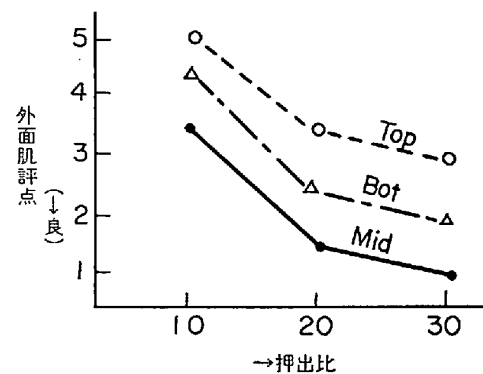


図 3.5 押出比と表面肌の関係
(SUS 304, 1200°C 加熱 ビレット仕上グレード 25S)

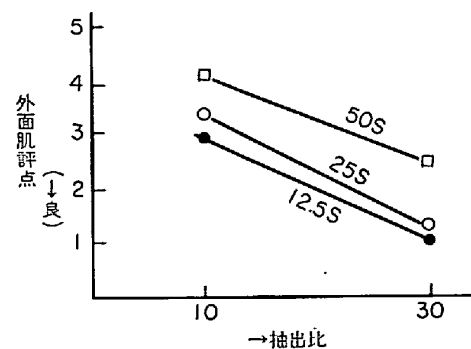


図 3.6 押出比, ビレット仕上粗さと表面肌の関係

部よりも肌が悪くなるものと考えられる。

(2) ビレット仕上粗さの影響

SUS 304 のビレット外周部の仕上グレードを 12.5S, 25S, 50S の 3 水準で加工したものを、1200°C で加熱後、押出比 10 および 30 で押出した管の表面肌を(1)と同様の方法で評価した結果を図 3.6 に示す。ビレットの仕上粗さが小さく、かつ押出比の高いものほど、管表面肌は良好である。これより、押出比 10 ではビレットの

仕上粗さが大きくなるに従つて (12.5S~50S) 押出管外面肌は悪くなる。しかし、押出比 30 ではほぼ同様の傾向はみられるものの、12.5S と 25S の差は非常に小さいことがわかる。

上記(1)、(2)はいずれも SUS 304 での試験結果であるが、SUS 316 においてもほぼ同様の結果が得られた。

3) (共実) 変形抵抗について

(1) 目的

鋼の熱間押出における押出力の計算式は、 $F = \pi(R^2 - r^2) \cdot k_m \cdot \ln \delta \cdot e^{2f/l/R-r}$ が一般に用いられる。この式の信頼性、又この式に使用する変形抵抗 (k_m)・摩擦係数 (f) などとはどの様な値が適切であるか調査する目的で共同実験した。

(2) 用語の定義及び計算式

1) 純粋変形抵抗 (k_{m_0} kg/mm²) : 単軸応力 F での変形抵抗

2) 押出変形抵抗 (k_m kg/mm²) :

押出力の計算式から計算される変形抵抗、以下単に変形抵抗という。

3) 摩擦係数 (f) : 押出中の工具と鋼片内外面とのすべり摩擦

4) 押出圧力 (P kg/mm²) : 平均押出圧力

5) 押出力 (F kg) $F = P \cdot S'$ 但し、 S' = ラム断面積 (cm²)

6) 押出温度 (t °C) : 押出直後の管外面の平均温度、

以上の定義により、変形抵抗の計算式を

$$k_m = F / \pi(R^2 - r^2) \cdot \ln \delta \cdot e^{2f/l/R-r}$$

ここで、 R : コンテナ内半径 (mm)

r : マンドレル外半径 (mm)

δ : 押出比、 $\delta = \pi(R^2 - r^2) / \pi(r_D^2 - r^2)$

r_D : ダイスイ半径 (mm)

l : 鋼片長さ (アセットされた状態の鋼片長さ, mm)

(3) 試験結果のまとめ

(イ) 押出中の変形抵抗 k_m は押出温度 t (押出直後の管温度) と相関関係が高く、ほぼ一次式の関係にある。図 3.7 参照。

1) 炭素鋼 (C : 0.10~0.15%)

$$k_m = 0.030 t + 44.7 \quad (f = 0.02 \text{ とする.})$$

2) ステンレス鋼 (SUS 304)

$$k_m = -0.034 t + 53.9$$

($f = 0.02$ 鋼片長さが長い場合)

$$k_m = -0.044 t + 68.3$$

($f = 0.02$ 鋼片長さが短く、400 mm 付近の時)

(ロ) 純粋変形抵抗 (カムプラストメータで測定) と押出変形抵抗の間には、次の関係がある。

1) 炭素鋼 (C : 0.10~0.15)

$$k_m = k_{m_0} \quad (f = 0.02)$$

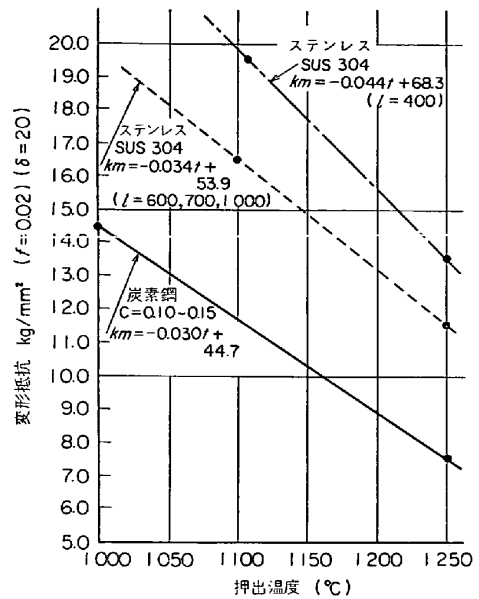


図 3.7 押出温度と変形抵抗の相関

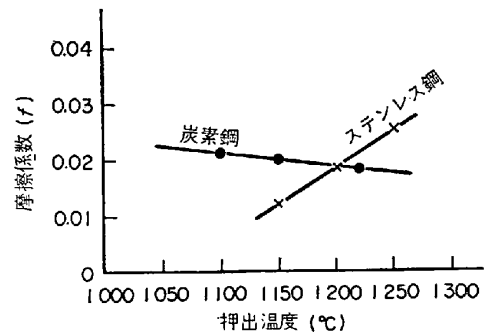


図 3.8 摩擦係数と温度との相関

2) ステンレス鋼 (SUS 304)

$$k_m = (1.1 \sim 1.3) k_{m_0} \approx 1.2 k_{m_0} \quad (f = 0.02)$$

$$k_m = (1.3 \sim 1.4) k_{m_0} \approx 1.35 k_{m_0} \quad (\text{ただし、鋼片長 } 400 \text{ mm 付近})$$

(ハ) 摩擦係数

摩擦係数は温度により若干の差が見られるが、炭素鋼ステンレス鋼とも $f = 0.02$ という結論が得られた。図 3.8 参照。

(4) まとめ

押出力の一般式 $F = \pi(R^2 - r^2) k_m \cdot \ln \delta \cdot e^{2f/l/R-r}$ は変形抵抗と摩擦係数を適切に選べば実用上満足できる式である事が判つた。又押出変形抵抗 (k_m)、摩擦係数 (f) 値も実測値が得られた。

4. 溶接鋼管分科会報告

溶接鋼管分科会は昭和 42 年 8 月鋼管部会の下部組織として発足した。鋼管部会が各社の各事業所において開催され工場見学を柱としているのに対して、溶接鋼管分科会は、継目無鋼管分科会とともにそれぞれの鋼管製造

法に特有の技術問題を深く討議することを目的として、年2回夏冬、東京及び大阪において開催している。会議は電縫鋼管及び鍛接鋼管関係と電弧溶接鋼管関係に分けて2日間行なっている。発足以来18回を数え、溶接鋼管の発展の時代に競争と協調による共同研究を行ない、発展の基盤となる成果を挙げてきたが、昨今の厳しい経済及び社会の情勢に対応すべく努力を続けている。

溶接鋼管は、製鋼、熱延、厚板など素材製造工程に負うところ大で、溶接鋼管が今日の発展をなし得たのはこれらの前工程をはじめとする関係各部門のご協力を得て始めて達成できたものと考え、今後とも関係各位の一層のご協力をお願いしたい。

4.1 溶接鋼管分科会の状況

4.1.1 溶接鋼管分科会の研究対象

溶接鋼管分科会は、電縫鋼管、鍛接鋼管及び電弧溶接鋼管を研究対象としている。ただし、電弧溶接鋼管においてはスパイラル方式及びストレートシーム方式のうちUOE方式ならびに連続ロール方式を対象とし、ベンディングロール方式及びCプレス方式は含んでいない。また、角形溶接鋼管及びステンレス溶接鋼管も含まれていない。当分科会の対象とする溶接鋼管の昭和49年の生産状況は、全鋼管生産量のほぼ3/4を占め、そのうち電縫鋼管が約55%、鍛接鋼管が約20%、電弧溶接鋼管が約25%である。

4.1.2 溶接鋼管製造法の発展経緯と分科会の研究内容

電縫鋼管は、高周波溶接法が昭和36年に導入され低周波溶接法に比し著しい溶接速度の向上が可能となり、ミルの改造新設が相次ぎ生産量も急激に上昇した。従つて、分科会発足当初においては高周波溶接法の溶接技術及び溶接品質に関する研究が主として行なわれ、その後成形から周辺の技術へと対象が拡げられていった。議題一巡の後、最近再び溶接の問題に立ち返る傾向がみられる。

鍛接鋼管は、昭和29年に連続式ミルが始めて導入された後、39年に2基、44年から46年にかけて4基のミルが設置され、小径配管用鋼管の製造法の主流を占めるに至っている。これに伴い分科会においても49年以来本格的な議題として取り上げられ、活発な討論が行なわれている。

電弧溶接鋼管のうちスパイラル方式は昭和34年に始めて導入されて以来、38年までに9基のミルが設置され、その後更に数を増し現在溶接鋼管分科会参加会社で20基を数えている。またUOE方式は昭和35年に導入され、42年に連続ロール方式が導入されたが、45年及び49年にそれぞれ2基のUOEミルが建設され、UOEと連続ロール併せて6基のミルが稼動し、これらのミルによつて製造される高級ラインパイプは世界の注目を集めている。当分科会においても、製造方法の発展経緯

とともにスパイラル設備が最初の議題に取り上げられ、次いで潜弧溶接に関する問題が集中して討議された後、スパイラルミル個々の技術問題が議論された。スパイラル溶接鋼管の主要製品である鋼管杭及び鋼管矢板などの二次加工が度々議題に上っていることもこの製法の特徴を示しているものといえよう。UOEミルの発展とともにその個々の技術問題にも焦点があてられるに至っている。

4.1.3 溶接鋼管分科会の議題

溶接鋼管分科会において取り上げた議題を分類して表4.1に示す。分類別にみると、電縫鋼管、鍛接鋼管関係では造管及び品質に関するテーマが多く、電弧溶接鋼管関係では検査、品質及び生産性に関するテーマが多く取り上げられている。いずれにおいても溶接品質に関連するテーマが特に多いことが当分科会の性格を端的に示しているものといえよう。

4.2 研究内容

溶接鋼管分科会の研究結果のうち、初期のものは特別報告書 No. 18「わが国における鋼管の製造技術の進歩」鋼管部会報告(昭和49年7月)に集録されている。その後の研究結果の一端を以下に紹介する。

4.2.1 電縫鋼管・鍛接鋼管関係

1) 電縫鋼管の能率(造管速度)

電縫鋼管は各種溶接鋼管製造法のうち造管速度の高い製管法である。低周波溶接法から高周波溶接法への転換によりスティッチ及び管表面のスパークによる制約が

表 4.1 溶接鋼管分科会議題一覧表

電縫鋼管・鍛接鋼管関係		電弧溶接鋼管関係	
造管	電 縫	薄肉・厚肉電縫管のフォーミング(7)	スパイラル スパイラル鋼管製造設備 (1)
	鍛 接	高周波溶接設備 (14)	造管機の所要動力と板厚の関係(13)
		ライニングカットオフ (10)	面取機設備 (10)
		電縫鋼管方式の主要工具 (3)	X線新JIS規格 (4)
		鋼管スケルップ加熱炉 (14)	溶接欠陥の検査及び修補方法 (4)
共通	鍛接口の検査条件(冷却台まで)(15-16)	外観・寸法検査の手法 (11)	
	エントリー設備 (11)	外観・寸法検査の統一化 (15)	
	フォーミング・サイジング (12-13)	NDI (12-18)	
	鋼管の検査条件(矯正機以降)(17)	溶接性に及ぼす諸因子 (2-3)	
検査	調整設備 (13)	溶接欠陥と疲労強度 (5-6)	
	NDIの適用と水圧試験の有効性 (10)	芯線の角度・位置とビード形状(7-8)	
	検査の設備・方法及び標準 (14)	溶接ビード形状及び溶接材料 (14)	
	溶接性の限界 (1)	製管による機械的性質の変化(7-9)	
品質	フッククラックの発生及び対策(1)	欠陥の減少対策 (13)	
	電縫管の代表的欠陥 (2)	鋼管の形状・寸法精度 (14)	
	高周波溶接管のメタルフロー (4-5)	工場出荷後の品質管理方法 (16)	
	高周波溶接管の硬度 (4-5)	製管工場の整備 (17)	
品質	ライニングの溶接品質 (15-16)	工程管理のポイント (4-6)	
	シャープ・屈折・スベンド試験 (5-7)	スパイラル製管機ロール駆替 (9)	
	時効硬化 (7)	コイル段時間調整と対策 (10)	
	製管による機械的性質の変化(6-10)	稼働率・作業率の管理 (17)	
管理	鍛接鋼管の品質レベル (18)	要 員 (8-10)	
	ケルダマンの作業管理点 (2)	工場作業状況の整理 (12)	
	コストダウン(日常管理) (12)	溶接機の能率・稼働率向上対策 (18)	
	電縫鋼管の能率 (17)	二次加工の手法・能率 (11)	
生産性	電縫鋼管のロール駆替 (18)	厚さ溶接方法と品質管理 (15)	
	要 員 (8-10)	二次加工製品の管理 (16)	

解除され、電縫鋼管の溶接速度は著しく向上したが、更に高速化が推進されている。ここではミルの大きさに実績最高速度の実態を調査するとともに、将来ミル速度はどこまで上げられるか推定してみた。新ミルを計画するにあたり、本報告が一助になれば幸いである。

(1) 実績造管速度

ミルの大きさに別本調査対象ミル数を表4.2に示す。実績最高速度をミルの大きさに別図4.1の上段に点線で示す。実績最高速度は4インチ以下のミルにおいては、電線管、一般構造用鋼管 STK など薄物及び品質面に

表 4.2 調査対象ミル数

ミル種別	ミル数
2" 以下	7
2"~4"	9
4"~7"	6
7" 超	5
計	27

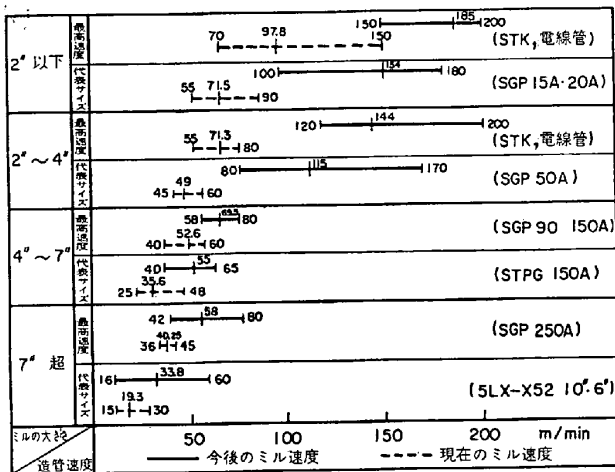


図 4.1 実績ミル速度及び将来の推定ミル速度

問題が少ない管種が主体となり、2インチミルで平均98 m/min, 最高 150m/min, 4インチミル平均 71m/min, 最高 80m/min とミル設置時に比し1.3倍~1.5倍と高速化が改造などによりなされている。また、4インチ超のミルでは一般配管用鋼管 SGP が主体で、7インチ以下の平均 53m/min, 7インチ超で 40m/min となっている。

ミルの大きさに別代表サイズの実績造管速度を調査した結果を図4.1の下段に点線で示す。代表サイズでは各社の造管速度を同一条件で比較するために品種及びサイズを決めて調査したものであるが、実績は各社でかなりの差があることがわかった。

(2) 将来の推定ミル速度

将来の推定ミル速度をミルの大きさに別図4.1に実線で示す。最高速度をだせる管種を上段に、代表サイズを下段に示す。最高速度についてみると、2インチ以下で平均 185m/min, 最高 200m/min と現在の約2倍、また4インチ以下でも約2倍、4インチ超で 1.3倍~1.7倍の速度向上を推定している。2インチ以下の最高 200 m/min は現在の 1.3倍で、実現の可能性が高いと考えられる。

表4.3に将来のミル速度推定の理由を示す。2インチ以下及び4インチ以下のミルでは、設備能力面からフライングカットオフ、ストレートナー、面取機、結束、運搬、コンベヤーのキッカーなどにより制約されると考えているところが多いのに対して、フライングカットオフのプレスカットを数値制御 (Numerical Control) することによつて高速化が可能であると考えているところがあり、またストレートナーは不用であるとして高速化を考えているところがあることは極めて興味深い。作業、品質面では、コイルの大きさ、ビード処理、工具寿命、ロール疵などが挙げられている。4インチ超のミルでは

表 4.3 将来のミル速度推定理由

ミルの大きさ	品 種	推定速度	推 定 理 由
2" 以下	STK, 電線管	150~200 m/min	設備能力
			作業、品質面
2"~4"	STK, 電線管	120~200	設備能力
			作業、品質面
4"~7"	SGP, STPG	45 ~ 80	設備能力
			作業、品質面
7" 超	SGP X-52	30 ~ 80	設備能力
			作業、品質面

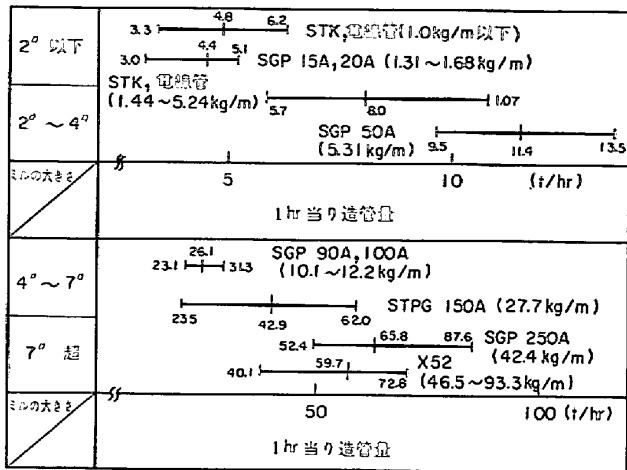


図 4.2 1 時間当り造管量

溶接出力, フライングカットオフのサイクルタイム, 切断, 水圧能力, ポストアニーラー能力などの設備面, 及びロール疵, 内面ビート切削などの作業, 品質面が問題になっている。

(3) 代表サイズの造管量

現在におけるミルの大きさ別の時間当たり造管量を図 4.2 に示す。造管量は次式により算出したものである。

$$\text{造管量 (t/hr)} = \text{単位重量 (kg/m)} \times \text{造管速度 (m/min)} \times 60 (\text{min}) \times \text{稼働率}$$

図から小径のミルでは大径のミルに比較して造管速度が高いにもかかわらず t/hr が低く, 小径のミルほど造管速度向上に対する要求が強いことがわかる。しかし, 2 インチ以下のミルにおいては現在 150m/min で稼働しているものもあるので, 200m/min に到達するのも時間の問題と思われる。

2) ラインパイプの溶接品質について

ここ十年来, 世界的な石油ブームにより, 各国での石油輸送用パイプラインの建設が多くなされてきた。この建設に用いられるパイプはラインパイプと呼ばれ API (アメリカ石油協会) 規格に基づく降伏強さ 30 000 ~ 70 000 PSI の範囲のものが多い。

電綫鋼管のラインパイプは従来低グレードのものが主体であったが, 溶接・検査技術及び材質の改善により現在では X-60 (降伏強さ ≤ 60 000 PSI) まで製造されるようになった。溶接鋼管分科会ではこのように向上しつつあるラインパイプ用電綫鋼管の品質水準を把握する目的で, 外径 8⁵/₈ ~ 20 インチの X-42 および X-52 ラインパイプを対象に溶接品質の調査を行なった。

表 4.4 化学成分 (%)

	n 数	C	Si	Mn	P	S	Nb	C _{ep} *1
X-42	9	0.13~0.17	0.12~0.25	0.55~0.90	0.011~0.017	0.006~0.023	0 ~ 0.010	0.298
X-52	8	0.10~0.17	0.04~0.26	0.65~1.02	0.012~0.021	0.005~0.020	0.016~0.036	0.282

*1 C_{ep} = C + Mn/6 + Si/24

(1) 使用材料 ラインパイプに使用されている鋼種はセミキルド又はキルド鋼である。特に X-52 では, すべてにキルド鋼を使用している。連続製造材の普及も著しく一部では X-52 にも採用されており, 今後益々拡大するものと予想される。

表 4.4 に供試材の化学成分を示す。

X-52 はいずれも強度確保のために Nb を添加しており C 当量は X-42 とほとんど変わらず高強度化に伴う溶接性の劣化はさけられている。

(2) 溶接部の延性 溶接部の延性を評価する方法として, 扉平試験が行なわれている。図 4.3 は X-52 の扉平試験の結果で, ワレが発生する扉平高さ (管外径との比率 % で表示) は, 肉厚と外径の比 (T/D %) が大きくなるにしたがって増加する傾向があるが, 規格値に対

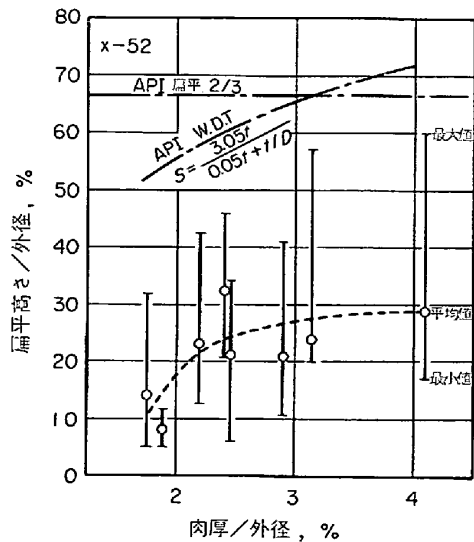


図 4.3 扉平高さと t/D の関係

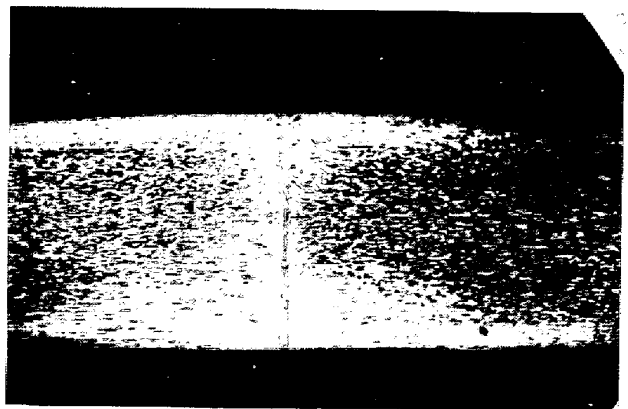


写真 4.1 溶接部マクロ ×4 (7/10)

しては十分な性能を持っている。写真4-1は、代表的な溶接部のマクロ写真を示すが、電縫鋼管のラインパイプは、溶接直後に誘導加熱による溶接部の熱処理を行なつて、延性の改善をはかっている。

(3) 機械的性質について

ラインパイプの機械的性質（引張試験値および衝撃試験値）のレベルについて調査した。

図4-4は、母材部と溶接部の引張強さを比較した図である。溶接部の引張強さは母材部に比較して多少高くなつており、最大10 kg/mm²の差がある。これは成形工程において帯鋼が曲げ及び絞り加工を受ける際帯鋼エッジ部の加工度が母材より高いために生じたものと考えられ、電縫部が十分な継手効率を有している。

電縫鋼管のラインパイプは厳しい低温衝撃性能が要求されるような寒冷地などで使用されることは少ないが、今回は溶接部の低温衝撃性能についても調査を行ない表4-5に示すような成績が得られた。

測定値はばらつきが大きく、電縫溶接部での母材なみの低温衝撃性能の確保がかなり困難であることを示している。尚、最大吸収エネルギー値（ vE_{max} ）については材料のS%との相関が明瞭で低S材の有利さが確認されている。

3) 鍛接機の操業条件

(1) 設備

わが国では Fretz-Moon 式連続鍛接管設備（以下 C B W という）は鋼管製造設備として最も生産性の高い設備として昭和 29 年に導入された。現在 7 基の設備が稼動している。設備仕様の特徴を次に示す。

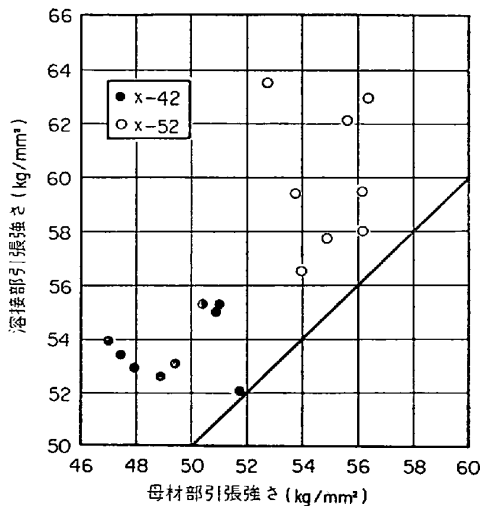


図 4.4 溶接部母材部引張強さの比較

表 4.5 シャルビー（溶接部の値）

	vT_5 (°C)	vE_{max} (kgm/cm ²)	vE_0 (kgm/cm ²)
X-42	-75~+30	4.0~6.8	1.3~6.8
X-52	-63~+32	3.5~12.4	0.6~8.8

- ①製造方式……………A CBW+サイザー
B CBW+ストレッチレデュース
- ②ミルスタンド数…A 6スタンド
B 12スタンド
C 14スタンド

以上のパターンに分類される。昭和 44 年 10 月以降の設備は C B W (14スタンド)+サイザーの組合せを採用している。

(2) 生産性

最近の C B W は尚一層の生産性向上に力を入れている。ここで鍛接機出側速度と制限要因を次に示す。

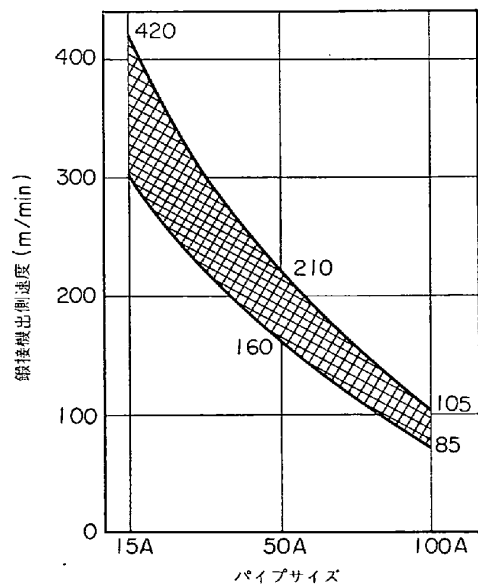


図 4.5 鍛接機出側速度
(安定操業時の最高速度)

表 4.6 造管速度制限要因

パイプ サイズ	エントリー の作業トラ ブル	加熱炉能力	冷却床の入 側トラブル	精整能力
15A	○	—	○	○
50A	—	○	—	△
100A	—	○	—	—

○：ほとんどのミル △：一部のミル

(3) 素材

①鋼種はどのサイズにおいても、リムド・キルド・セミキルド・キャップと多岐にわたり使用されている。(15Aサイズにおいて冷却床曲り対策として C C 材を採用している処が 3 ミルある)

②成分は C 量 10~14, Mn 量 30~50 が最も多く用いられている。

(4) 溶接作業管理

①溶接オペレーターの監視事項とミルコントロールは各社とも下記の関連でコントロールしている。

作業管理点

調整要因

ヒートパターン スプラッシュ量、形状 スケルプエッジ温度 センター温度	ウエルディングホーン O ₂ 量 燃料ガス流量 ミル速度
--	--

②スケルプ温度コントロール方法

A 鍛接機出側速度一定として、加熱炉燃料ガス流量でコントロール

B 加熱炉燃料ガス流量一定として、鍛接機出側速度でコントロール

以上 2 方式に代表される。

(5) 今後の課題

省エネルギー・省資源時代に対応し、一層のコストダウンを計る必要がある。特に鍛接管製造コストウェートの大きい、燃料原単位の低減に結びつく、操業技術の開発が課題である。

4) 鍛接機の操業条件 (ホットソーから水圧試験機まで)

(1) 設備および作業内容

C B Wミルで製造された管はホットソー、ディバイディングソー、クロップソー、矯正機、面取機、水圧試験機を通る。これらの設備は造管速度実績最高440m/minの高生産性にあつた高能率の設備で、連続化されたレイアウトになつており、C B Wミルの高速、高能率化に大きく寄与している。

冷却床は長さ 21~39m あり入口で 870~1080°C の管を空冷し、最後にウォーターボッシュタンクで水冷される。ディバイディングソーとクロップソーは鋸刀替の時連続運転可能とするためインデキシング機構を有しているものが大部分であるが、トップ側のクロップソーのないミルが 2 基ある。矯正機から水圧試験機までは大部分のミルが 2 系列であり、オフライン設備をもつたミルもある。矯正機は対向式太鼓型ロールが大部分で 8 又は 6 ロールタイプであり、補助ロールのついているものもある。又矯正機は製造可能な外径範囲で 1 台ですべてカバーしており、サイズ替の時はロール傾斜角度を変更して調整している。面取機はすべてバイト式であり、3 又は 4 カッターヘッドタイプのロータリー式と 2 連型の直線式とがある。バイト材質はハイスと超硬の 2 種類を使つておりハイスは糸面取を行なっていないが超硬では糸面取を行なっている。水圧試験機は最大 120 kg/cm²まで圧力をかけることができ、15A~50A サイズで 12~14 連式、65A~100A サイズで 6~7 連式となつている。

(2) 技術開発の内容について

管の衝突時管同志の衝突などにより C B Wミルは騒音レベルが高く、発生個所も多いが、これに対して駆音レベルの低いスキッドやクレードルなどの開発、改善を行なっているミルがある。

冷却床で冷却時 15A~25A サイズに曲りによる搬送不能トラブルが多いが、冷却床設備の改善、冷却水量の

研究、材料の改善などを各ミルは積極的に行なっている。又精整設備の一層の高能率化、技術改善による外観形状の品質向上も図られ、多大の効果をあげている。

4.2.2 電弧溶接鋼管関係

1) 稼働率・作業率の管理について

(ストレートシーム関係)

(1) はじめに

本テーマは、昭和 50 年 8 月に開催された第 17 回溶接鋼管分科会において取上げられ、ストレートシーム溶接管を製造している鉄鋼四社、六工場 (新日本製鉄(株)君津・住友金属(株)鹿島・同和歌山・川崎製鉄(株)千葉・日本鋼管(株)京浜・同福山) がアンケートを中心に討論したものである。以下に概要を述べる。

(2) 稼働率・作業率の管理

イ) 稼働率の集計

稼働率をもとめる場合、その対象設備として、各社とも成型・溶接(内面又は外面)、拡管をあげている。

U O工場の場合、成型は O プレスについての集計が、一般的だが、プレーナー、O プレス、U プレスも含めて集計している所もある。

ロ) 休止の内容

各社とも、休憩、始終業点検、組替などの予定休止以外に前工程、後工程詰りによる待ちを挙げている。

ハ) 休止時間の集計方法

各社とも、5 min 以上の休止を集計している。単位を 1 min としているところもあるが、5 min 単位としているところが多い。

ニ) 稼働率・作業率の管理基準値

稼働率・作業率ともに管理基準値を規定しているところと、一方のみ規定しているところとある。また、成型溶接、拡管のすべてについて規定しているところと、一部について規定しているところとあり、重点の置き方が異なっている。

基準値の算出方法は、各社とも 3 カ月~6 カ月の実績値ベースとなつている。

(3) 設備管理

イ) 保全体制

組織上、設備部または、保全部が担当しているところが多いが、一部の工場では、ラインが担当しているところもある。計算機関係は、システム部が担当しているところが多い。

要員は、各社でかなり差異があり、外注も含めて、20~50名ぐらいの間である。

ロ) 設備点検・整備

日常点検は、すべて始業時に実施しているが、一部終業時にも行なわれている。時間は、5~25 min/直である。

定期点検は、1回/1~3 週の頻度で実施されており、人員は、各社で差があり、70~160 名ぐらいの間である。

ハ) 設備故障発生状況

成型関係では、Oプレス及びエッジプレーナーの故障が多い。

溶接関係では、内面溶接機のフラックス及びワイアの送給不良が多い。

精整関係では、拡管機の故障が最も多く、次いで端面仕上機に多い。

(4) 能率

造管能率が最も高く、次いで精整、最も低いのが、溶接というのが、一般的パターンであるが、川鉄・千葉は、精整—造管—溶接の順になつており、精整能率の高いのが特記される。

(5) 要因別休止実績

イ) 組替時間

UOプレス方式では、一般に溶接、造管、精整の順に時間が長くなり、精整によつて制約されている。日本鋼管の造管組替時間が短いのが注目される。

ロールフォーミング方式では、造管組替時間が長く、制約要因になつている。

ロ) 休止実績

一般に待ち時間が多いことが特記される。

2) スパイラル造管機におけるコイル継ぎについて

(1) はじめに

スパイラル造管機は素材コイルを継いで連続的にスパイラル状に成形溶接する設備で、コイル継ぎは重要な一工程である。外国にはコイル継ぎ用にルーピング装置を設置してミルを止めないで全連続運転しているミルもあると聞かすが、わが国のミルはすべてコイル継ぎ時にはミルを止めている。コイル継ぎ時間の短縮は、溶接速度の向上、幅の広いコイルの使用による溶接線の短縮、及び長さの長いコイルの使用によるコイル継ぎ回数の減少とともに、スパイラル造管機の能率向上の要因の一つである。スパイラル溶接鋼管が今日の発展をなし得たのは、これらの要因に対して向上努力が払われた賜である。ここに昭和47年2月の分科会におけるコイル継ぎに関する調査結果を示す。この結果に基づいてその後各種対策がたてられ多大の成果が挙げられている。

(2) コイルの準備作業

スパイラル造管機にコイルを装入する前に、あらかじめオフラインにおいて準備コイル巻戻し及び先端切断作業が行なわれる。

準備コイル巻戻しはつぎの二方式によつている。

① 自動落下方式

コイル端をクランプしてコイルを自重落下させて巻戻す方法で、5事業所がこの方式を採用している。

② オープニングロール方式

コイルをクレードルロールに載せて回転してコイルを巻戻し、コイル先端をシリンドラーで押し伸ばして巻きぐせを直す方法で、3事業所が採用している。

いずれの場合も巻戻し長さは1~5mで、それぞれの

ミルのアンコイラーからコイル継ぎ溶接機までの設備とその配置により必要な長さが決まる。

準備コイルの切断は巻戻したコイル先端の不整部分をガス切断する作業で、粗切断するところと仕上切断するところがある。粗切断は、造管ラインに装入後ライン切断機によりコイル先端を約20~50mm切断して先行コイル後端と合わせ溶接する方式で、芯合せを容易とすることを目的としており、3事業所が採用している。仕上切断は、コイルを準備作業において正確に直角に切断し、その切断面をそのまま先行コイル後端と合わせ溶接するもので、5事業所が採用しており、アンコイラーが旋回調整できる構造となつている。

(3) コイル継ぎ作業

コイル継ぎ作業は、①先行コイル後端の切断、②これに併行して行なわれる準備コイルのアンコイラへの装入、③先行コイル後端と後行コイル先端の芯合せ、④クランプ及び溶接準備、⑤溶接、⑥溶接後処理の各工程から成るが、工程②は併行作業であるのでサイクルタイムには含まれない。

コイル継ぎサイクルタイムの例を表4.7に示す。ケース1は極めて短時間でな行なわれている理想的な例であるが、その特徴はコイル切断機にシャーを採用して切断時間の短縮をはかるとともに、準備コイル切断に粗切断方式を採用して後行コイル先端をラインのシャー切断機で再切断して芯合せを容易とし、トータルのサイクルタイム短縮に成功している。ケース2は調査時におけるサイクルタイムが最も長かつた例であるが、先行コイル後端の切断と後行コイル先端との芯合せに時間を要していることがわかる。この例からもシャー切断方式は注目すべきものであると考えられる。

溶接はすべて潜弧溶接により行なわれる。通常DCI電極によりメタルバック法が採用されているが、2電極によりフラックスバック法を採用しているところ

表 4.7 コイル継ぎサイクルタイム

(単位: 分)

要素作業	ケース1	ケース2	平均
先行コイル後端切断	0.7	2	3.8
後行コイル移動芯合せ	1.3 ¹⁾	5	2.5 ²⁾
溶接準備	1	3	1.9
溶接	2	2	2.4
後処理	1	8	2.9
計	6	20	13.5

注 1) 後行コイル切断を含む。

2) 8ケース中3ケースは後行コイル切断を含む。

るもある。しかしこれはサイクルタイムには影響を及ぼしていない。また溶接始端または始端はタブをつけているところが多いが、使用していないところも2事業所ある。タブの使用などはサイクルタイムの短縮よりむしろ溶接品質の改善のためである。

(4) コイル継ぎ部の裏側溶接

コイル継ぎ部は製管後オフラインで裏側(通常管外面)から溶接して製品とする。ターニングローラーにより管を回転させて自動溶接しているところが多いが、手溶接しているところもある。

3) 二次加工製品(鋼管杭および鋼管矢板)の管理について

第16回の溶接鋼管分科会において討議された内容はほぼ以下のとおりである。

(1) 二次加工の管理体制などについて

まず、各社において二次加工の管理業務の分担がどのように行なわれ、かつ、その要員数がどうであるかを比較したが、各社各様の組織で運営されていることがわかった。

二次加工の実施は、一部の例外を除き、各社ともそれぞれ2~3の加工業者に外注しており、その主体は各社敷地内で行なわれるいわゆる場内外注である。

外注の範囲は、心出し、けがき、仮付け、本付け、仕上げの全作業が対象になっている。

製品の検査は、一部の例外をのぞき、本社員が行なう。又、素材の搬入、製品の搬出は本社員又は運搬専門の別業者が行なっているところが多い。

設備、材料などについては支給する場合と、加工業者が用意する場合とまちまちであり、各社の事情によつて異なるようである。

(2) 受注検討などについて

製作所要日数、仕様決定時期、加工能力の算定方法、附属品の在庫量などについて比較を行なうとともに、各社が受注検討上の問題点と考えている事項を整理した。

製作所要日数については、各社でかなりの差があり、その要因としては、素材が自工場調達か否かの差、標準素材の見込在庫量の差、ロール計画・加工計画の組み方の差などが考えられる。

受注検討上の問題点としては

① 受注検討時に加工仕様詳細が不明確なケースが多く、しかも検討期間が短い。

② 標準外の仕様が多く、需要家により異なる。

③ 検査関係の仕様の決定がおそく、かつ複雑で需要家により異なる。

などが代表的なものであり、標準化が望まれている。

(3) 二次加工の諸問題について

二次加工はその特殊性から管理上多くの問題点がある。加工に関する純技術的な問題の外、例えば屋外作業が主体であるため、雨天時の補償の問題、工程調整の問

題、又、加工量(受注量)の変動に対する問題、騒音、溶接ヒュームなどに対する環境の問題、等々である。

これらについて各社の比較を行なった。

技術上の問題については、各社とも大綱においてほぼ同じ方向の解決策をとっている。例えば矢板の加工において、管端部の真円度保持対策として、各社とも逆歪を与える方法を採用しているなどである。

その他の問題については、各社により差があり、例えば雨天時、作業を休止して休日とし、補償を行なわない所や、屋内作業にふりむけ、更に余剰が出た場合、その余剰人員に対して補償を行なう所などがある。これらは二次加工業者の規模、業務内容などにもよるものと考えられる。

(4) 二次加工製品の検査

ごく一部の例外を除き、各社とも二次加工の製品検査はすべて本社員によつている。組織としては、名称に差があるが、検査課あるいは品質管理課などに属し、専門の検査員が検査し、検査報告書などの作成も行なっている。分科会ではこれらの組織及び要員数の比較をはじめ、各検査項目についてその検査基準、検査器具、検査方法、頻度、記録などの比較を行なった。検査方法、器具などについて各社間で差がみられるが、需要家から要求される検査仕様の多様性も一因をなしている。

(5) 二次加工製品の表示

製品表示の位置、内容、字の大きさ、標尺マークその他についての比較を行なった。位置、内容などは大同小異であるが、字の大きさは大きいもので100mm、小さいもので20mm。又、表示面への防錆油の塗布の有無などの差もみられた。

4) 面取機設備とサイクルタイム

面取機の仕上精度と能率を、ストレート4作業所6基スパイラル8作業所17基について調査した。

設備仕様上の特徴は、ストレートシームがすべて外面クランプ、スパイラルは大部分が内面クランプ方式であることと、切削用電動機容量でストレートが25~75kWで、スパイラルの2.2~37kWに比較して大きいことである。

(1) 仕上精度

ルートフェース寸法を測定して仕上精度を調査した。調査方法は次の3種類のデータを採取して行なった。

A: 溶接部に対して90°位置2カ所(20本以上)

B: 溶接部を含む円周8カ所(5本以上)

C: 溶接部両側60mm以置のルートフェース精度差ここで、Bはバイトセッティングの影響を除くため、Cは溶接ビード近傍の管形状の影響をみるための調査である。

調査結果を表4・8に示す。A及びBの調査では、規格値の差にもよるが、スパイラルの方が若干平均値が小さく、バラツキが大きい。Cの調査での平均値とバラツキ

表 4.8 ルートフェースの仕上精度

項目 ミル	A (片端 2 カ所)		B (片端 8 カ所)		C (ビード左右の差)	
	\bar{x}^*	σ	\bar{x}^*	σ	\bar{x}	σ
ストレート	1.77	0.22	1.72	0.23	0.16	0.12
スパイラル	1.44	0.36	1.56	0.35	0.78	0.37

注：ルートフェース規格 ストレート 0.8~2.4mm, スパイラル 0~2.4mm, 単位：mm

表 4.9 面取機の能率

単位：DM

項目 ミル	外径 500 mm			900 mm			1 300 mm		
	ハンドリング	切削	P/H	ハンドリング	切削	P/H	ハンドリング	切削	P/H
ストレート	105	76	38.5	141	111	25.9	207	181	15.8
スパイラル	216	195	14.0	216	404	11.0	285	988	6.2

表 4.10 バイト寿命

項目 ミル		外径 500 mm		外径 900 mm		外径 1 300 mm	
		ルート用	ベベル用	ルート用	ベベル用	ルート用	ベベル用
ストレート	切削本数 (本)	141.0	59.0	91.5	32.6	80.5	24.0
	切削時間 (D.M)	8 780	3 000	12 010	3 700	17 580	4 960
スパイラル	切削本数 (本)	18.7	15.3	19.1	15.9	13.0	12.3
	切削時間 (D.M)	3 990	3 950	8 802	6 150	16 970	14 680

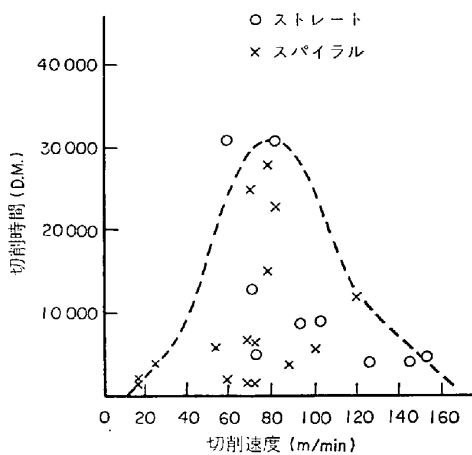


図 4.6 バイト寿命に及ぼす切削速度の影響

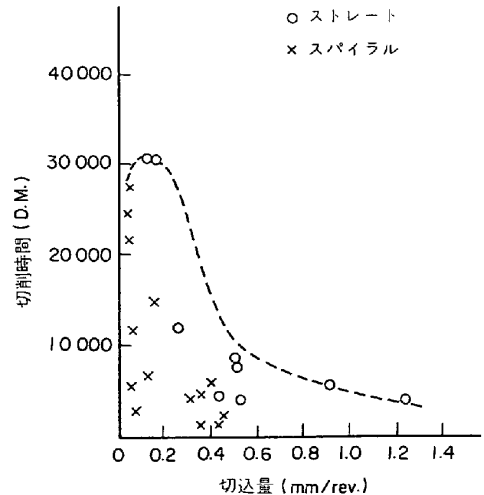


図 4.7 バイト寿命に及ぼす切込量の影響

もストレートの方が小さい。理由は、内面クランプ方式では管クランプ時に端面真円度を悪くするためと、ビード部形状についてはスパイラルの方がピーキング、オフセットの大きい可能性があるためであり、いずれも現在のバイト削り機構では完全なる削りを期待できないことを示している。

(2) 能率

検査時間を含むハンドリング時間、1 端面当りの切削

時間及び1時間当たりの処理本数を調査した結果を表 4.9 に示す。

ストレートの処理本数はスパイラルの 2.5 倍である。ハンドリング時間の差は検査時間の差が大半を占め、スパイラルの精度不良を物語っている。切削時間の差は電動機容量差によるものであり、切削速度 (rpm) × 切込量 (mm/rev) = 切削送り (mm/min) の全ての項目でストレ

ートの方が大きい。

(3) バイト寿命

バイト1本当たり研磨までの切削本数と累積切削時間を表 4-10 に示す。

寿命はベベル用が短く特にストレートで顕著である。これはストレートはラインパイプ主体で厚肉であることと、ビビリ防止対策のためであろう。切削時間は差がないが切削本数では明らかにストレートが優れており、スパイラルは1端面当りの切削時間が長過ぎる。ルートフェース用バイトの累積切削時間に及ぼす切削速度と切込量の影響を図 4-6 及び 4-7 に示す。バイト材質が超硬のため切削速度は 80m/min 附近に最適値があり、切込量は小さい所に最適値があるようである。しかしスパイラルでは端面のガスノロ及びクランプ方式差による振動のためか切込量が小さくても寿命の短いものがある。

(4) バイト取替時間

プレーンエンド用で 1~6 min/回、ベベルエンド用で 1~8 min/回で、ストレートはベベルエンドで若干時間を要している。これは要求精度が厳しいためであろう。

(5) 組替時間

組替は平均 1.3hr/回、組替要員はストレート 3.5 人スパイラル 1.6 人で、Man-hr ではストレートが 4.12 スパイラルが 2.18 Man-hr/回である。故障及び整備状況の共通的問題点としては、バイト做い機構の故障と精度保持が挙げられ、今後の課題である。

5. ま と め

以上、鋼管部会の現況ならびに活動内容の概況を報告した。報告は過去 12 年間のデータから抽出し、しかも検討討議された時点の内容をそのまま述べたために、日進月歩の現状に即応しないものも含まれている事を御理解賜わりたい。現在、世界的に有数の地位を確立している製造技術および管理面のレベルをさらに発展向上させるためにも、部会加入諸会社の総意を結集して努力を続ける所存である。又、此の場を通じて若い技術者のレベルアップにも貢献したと考えるが、今後とも切磋琢磨による若い技術者の能力開発に努めたい。関係各位の御鞭撻と御協力をお願いしたい。