

— 特 別 講 演 —

新しい鋼材製品について*

嶺 次 男**

Some of the Recent Steel Products.

Tsuguo Miné

I. 緒 言

産業のいちじるしい発展を促進させるために産業設備の合理化が要望せられるにつれ、これに使用する資材について、種々特殊な性能の要求が強くなってきた。すなわち使用目的に最も適した性能を有ること。さらに進んで現在までよりもつと優秀な性能を有する資材を要望されるようになった。これらの要望に応じる新しい性能を有する資材が近時次々に造り出されてきた。ここにこれら資材のうち、最も大量に使用される鋼材についての新しい製品としてわが国で新しく製作され出したもの、また近い将来に製作される見込のものについての概要を述べることにする。

鋼材は条鋼と鋼板に大別されるが使用目的からして条鋼製品については断面性能の改善が主体となり、鋼板製品については材質面の改善が主体となるが、薄板については材質面のみでなく表面処理が主要な問題となってきた。

なお新しい鋼材製品の範囲については合金鋼あるいは

二次、三次加工品などによれば際限がないのでここではいわゆる普通鋼メーカーにて生産される範囲の鋼材にして一次加工のもの、あるいはこれに準ずる程度の範囲のものを記す。また各項の内容についても詳細に入らず特長などを簡単に紹介する程度に止める。

II. 条 鋼

1. ワイドフランジビーム (H形鋼)

欧米諸国においては 1910 年代より製作を始め最近では形鋼の分野に占める率は非常に大で今後ますます伸びるものと考えられる。このビームは市広平行フランジを持ち従来の工形鋼、溶接形鋼並びに組合せ形鋼などに比べ断面性能が優れ経済的な形状である。八幡製鉄では昭和 34 年より製作を開始し富士製鉄・日本鋼管でも生産を計画している。また欧州共同体では従来の工形鋼に替る平行フランジの I ビームの系列 (I・P・E) を規定し増産をしている。

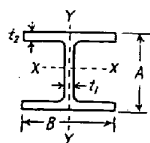
軽梁用としての平行フランジの薄肉の新しい断面がアメリカで作られジュニア・ビームとして販売されてお

第 1 表 H 形 鋼 断 面 性 能 表 (八幡製鉄)

呼 称	寸 法				断 面 積 cm ²	重 量 kg / M	慣性モーメント		断 面 係 数	
	A mm	B mm	t ₁ mm	t ₂ mm			I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	S _x cm ³	S _y cm ³
Hp	300	305	15	15	134.19	105.33	21,437.51	7,103.60	1,429.10	465.80
	250	255	14	14	104.16	81.76	11,425.70	3,875.90	914.05	303.99
	200	204	12	12	71.316	55.98	4,967.20	1,701.46	496.70	166.76
Hw	300	300	10	15	119.19	93.56	20,312.51	6,754.00	1,354.10	450.26
	250	250	9	14	91.66	71.90	10,774.70	3,648.20	861.97	291.86
	200	200	8	12	63.316	49.70	4,700.50	1,601.39	470.05	160.13

Hp: パイル用 H 形鋼

Hw: 構造用 H 形鋼



り、さらに柱用としてライトカラムの一列もアメリカで作られ広く使用されてきた。

第 1 表に H 形鋼の断面性能の 1 例を示す。

第 2 表に I 形鋼と各種規格別の H 形鋼との寸法・性能

* 昭和 35 年 4 月、本会東京大会にて服部賞受賞特別講演

** 八幡製鉄株式会社社長室理事、日本ウジミナス株式会社常務取締役技術局長

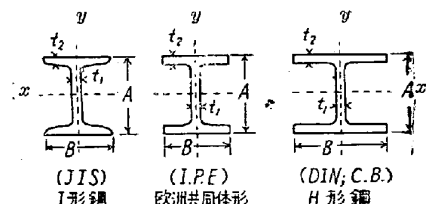
比較の1例を示す。

第3表にアメリカJ & L社ジュニアビームの性能の1例を示す。

ワイドフランジビームの特長

1) X・Y両軸の断面性能が近いので両軸に均等な応力のかかる部材には最も有利である。

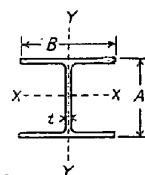
第2表 形鋼規格別比較表



寸法例			1	2	3	4	5	6
寸	A	JIS	100	200	300	400	500	600
		IPE	100	200	300	400	500	600
		DIN	100	200	300	400	500	600
	B	C B		205	310	413	469	617
		JIS	75	100	150	150	190	190
		IPE	55	100	150	180	200	220
法	t ₁	DIN	100	200	300	300	300	300
		C B		166	254	180	300	307
		JIS	5	7	8	10	11.5	13
	t ₂	IPE	4.1	5.6	7.1	8.6	10.2	12.0
		DIN	6.5	10	12	14	16	17
		C B		7	9	10	15	14
重 量 kg / m	I _x cm ⁴	JIS	8	10	13	18	23	25
		IPE	5.7	8.5	10.7	13.5	16.0	19.0
		DIN	10	16	20	26	30	32
		C B		12	16	16	25	24
慣性モーメント	I _y cm ⁴	JIS	12.9	26.0	48.3	72.0	111	133
		IPE	8.10	22.4	42.2	66.3	90.7	122
		DIN	20.5	64.9	121	164	200	227
		C B		25	53	45	103	109
慣性モーメント	I _x cm ⁴	JIS	283	2,180	9,500	24,000	59,600	98,200
		IPE	171	1,943	8,356	23,130	48,200	92,080
		DIN	447	5,950	25,760	60,640	113,200	180,800
		C B		4,071	19,817	27,280	84,654	51,314
慣性モーメント	I _y cm ⁴	JIS	48.3	142	600	887	2,300	2,540
		IPE	15.9	142	604	1,318	2,142	3,387
		DIN	16.7	2,140	9,010	11,710	13,530	14,440
		C B		899	4,470	1,448	10,639	10,572

第3表 J & L 社ジュニアビーム

寸法 mm				断面積	重量	慣性モーメント cm ⁴		断面係数 cm ³	
呼称寸法	A	B	t	cm ²	kg / M	J _x	J _y	S _x	S _y
6"	152.4	46.8	2.9	8,388	6.54	304	7.1	39.3	3.0
7	177.8	52.8	3.2	10,388	8.18	504	10.4	57.4	3.9
8	203.2	57.9	3.4	12,388	9.67	778	14.1	77.0	4.9
10	254.0	69.3	3.9	17,033	13.39	1,724	25.4	127.8	7.4
12	304.8	77.3	4.4	22,259	17.56	3,006	40.8	196.7	10.5



2) フランジが平行であるから形状が美しくそのまま化粧材として使えまたほかの部材の取付けが便利である。

3) そのままの断面で柱梁に使用されるので工数が減じて工期も短縮される。

4) 建物の梁に使う場合梁高に比し断面性能が大きいので天井高さを変えず階高を低くできる。

おもな用途

橋梁・地下鉄建築・船舶・機械車輛の構造部材・土木工事の仮設支柱など
栈橋・ドルフィンなどの港湾工事用材

2. Hパイル・鋼管パイル

Hビームでフランジ厚みとウェブ厚みを同一にしたものがHパイルとして使用される。鋼管パイルは鋼管の新しい使い方とも考えられるものでともに鋼抗として広く用いられる。鋼抗を用いる工法では工期が非常に短縮され施工費も大巾に低減できる。

鋼抗のおもなる特長

1) 強い打撃力を与えることができる上、継手が丈夫で何本も継いで打てる点他の方法より深い基礎がうてる。

2) したがって圧密層を打抜いて支持層まで到達し強大な支持力を発揮し圧密沈下を防げる。

3) 撓みが大きいので衝撃力を吸収し、また曲げ破壊に対し抵抗力大きく栈橋・繫船杭など水平力を受ける構造物に適する。

4) 材質均一で規格化されているので鋼材強度を安心して採用できて力学上合理的で経済的な設計ができる。

5) 現場で切断溶接が可能であるから上部構造物と直結できるので設計、

施工が簡単となる。

6) 強靱で軽く運搬・打込の場合に損傷がなく困難な打込に耐える。

用 途

岸壁・橋梁・地下鉄・下水渠・鉄塔そのほか土木工事の基礎杭

Hパイルの寸法表は第1表を参照のこと、鋼管パイルの寸法性能表(日本鋼管製)を第4表に示す。

第4表 鋼管パイル寸法表

呼 び 方	500	600	700	800
外 径 mm	508・0 508・0 508・0	609・6 609・6 609・6	711・2 711・2 711・2	812・8 812・8 812・8
肉 厚 mm	6 9 12	9 12 16	9 12 16	9 12 16
内 径 mm	496・0 490・0 484・0	591・6 585・6 577・6	693・2 687・2 679・2	794・8 788・8 780・8
鋼 材 断 面 積 cm ²	94・6 141・6 187・0	169・8 225・5 298・4	198・5 263・6 348・9	227・2 301・9 400・5
単 位 重 量 kg / m	74・3 111 147	133 177 234	156 207 274	178 237 315
慣性モーメント cm ⁴	29,812 44,289 57,536	76,588 100,533 127,263	122,648 161,383 211,168	183,568 242,051 317,980
断 面 係 数 cm ³	1,174 1,834 2,265	2,513 3,298 4,175	3,449 4,538 5,938	4,517 5,956 7,824

3. 鋼矢板

鋼矢板は欧米においては土木工事用鋼材として古く19世紀末より広く使用され各国にて各種の形のものが製作されてきた。わが国でも昭和5年より八幡製鉄でU形の5種類を製作してきたが、近時主として港湾工事において深い水深の港湾岸壁用として断面性能の大きいものが要求され、八幡製鉄で昭和30年より直線形鋼矢板、さらに昭和34年よりZ形鋼矢板を製作し港湾施工に画期的な効果をあげている。

(1) 直線形鋼矢板

直線形鋼矢板は欧米各地で港湾建設、ダム囲堰、そのほか土木工事にセルラー・コフアー・ダム(円形囲堰)として盛んに使用され、その独特の性能により工費の節減、工期の短縮、施工の合理化などに注目すべき役割を果たしており、塩釜港、清水港、戸畑港などの岸壁に使用

され非常に良好な成績をあげている。

直線形鋼矢板の寸法・性能を第5表に示す。

第5表 直線形鋼矢板の寸法・性能表



寸 法	断面面積 cm ²	重 量		慣 性 モー メント cm ⁴	断面係数 cm ³	
		1枚 kg/m	壁巾1m kg/mm ²		パイル 1本	壁 1m
W mm	t mm					
400	9・5	69・1	54・2	135・5	190	47・8 120

直線形鋼矢板のおもな特長

1) 直線形鋼矢板は継手で10度内外の屈曲ができ、円形(最少直径約4m)および半円形をつくることができ、なお噛合強度が非常に大きい(1m当り500t以上)ので水深10m以上の土圧も支持する。またウェブが直線状であるから壁巾当りの鋼材が少なくすむ。

2) 継手部は合理的に設計され、水密性が良好である。

3) 打込み引抜きも容易であるが在来の鋼矢板のように付帯工事がいらぬので、使用材料の節減になり、工費が安く、工期を短縮できる。

用 途

円形囲堰として使



用されるのがおもな



用途である。円形囲

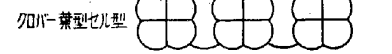
堰の建込みとして次



の4型式があり、用



途に応じて適当な選



択ができる。



(2) Z形鋼矢板

在来のU形鋼矢板では断面性能が小さく港湾岸壁としては水深8m程度までの岸壁しかできなかつたが、大形船用港湾岸壁としては9~11mの水深のものが要望せられるのでこの深い岸壁用鋼矢板としてZ形鋼矢板が製作された。

Z形鋼矢板のおもなる特長

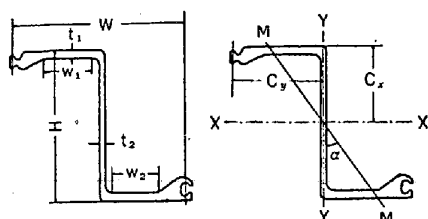
1) 断面性能が特に大で(壁巾1m当り4,500cm³)あるが断面係数の増大に比して重量の増加が少ない。

2) 鋼矢板岸壁の中立軸には大きい剪断力が発生するが、Z形鋼矢板の場合は継手部が中立軸より最長距離に離れているので安全であり、また壁としての断面性能が最大となる。

3) 継手部は合理的に設計され、水密性が良好である。

Z形鋼矢板の寸法および性能を第6表に示す。

第6表 Z形鋼矢板寸法性能表



W mm	w ₁ mm	w ₂ mm	H mm	t ₁ mm	t ₂ mm	C _x mm	C _y mm	角 度
400	105	102	360	21・5	12・5	180	209・4	33°37'

断 面 積		重 量		慣性モーメント cm ⁴	断面係数	
1枚 当り cm ²	壁巾 1 m cm ²	1枚 当り kg/m	壁巾 1 m kg/m ²		1枚 当り cm ³	壁巾 1 m cm ³
148・2	370・5	116・3	290・8	32,890	1,821	4,553

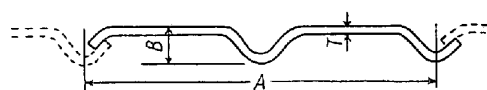
用 途

一般の鋼矢板同様に半恒久的と一時的の用途に分れるがおもな用途としては

岸壁・防波堤・橋台・橋脚・灯台・堰堤・基礎・水門基礎・土留など

(3) 簡易鋼矢板 (トレンチ・シート)

鋼板を冷間にて連続加工ロールを通して成形したもので鋼矢板と同じ用途に用いられるが鋼矢板ほどの強力な土圧に抵抗させるものでなく、一時的あるいは半永久的な仮設あるいは軽易な構造物を対象とした、いわば軽鋼矢板として木矢板の代替品として経済的に使用されるものである。寸法形状はつぎのとおりである。



T mm	A mm	B mm	重 量 kg/m	断面係数 cm ³ /m
4	245	35	10・05	38・80
5	245	36	12・56	43・37

4. 可縮坑枠鋼

従来坑道建設工事においては坑道維持のために、坑木または古軌条などが使用されていたが、坑道の諸条件のために、より強力で合理的、かつ安全な坑道支保材が要望されるようになり、可縮坑枠鋼が製作されもつとも経済的な優秀な坑枠鋼として坑道に大量に使用されその結果はきわめて良好である。可縮坑枠鋼は欧州各国ではす

でに 30 年の長きにわたり鉱山・隧道・水道・暗渠などに大量使用され、とくに断層破砕帯などの強大な地圧をも十分支持し坑道工事合理化のため必須の材料となつてゐる。わが国では日本鋼管で昭和 27 年より V 形鋼として製作を始めた。八幡製鉄ではドイツの Bochumer Herein Heintzman 社と技術提携して昭和 31 年より製作を始めた。

使用法としてはこの坑枠鋼をプレスあるいは専用のローラーベンダーにて湾曲させ、坑道に合致する外周寸法に 2～3 本にて馬蹄形または円形に組立て継合部を 300～500mm 重ね合わせる。この重合部分を特殊の構造の継手にてクランプする。可縮坑枠鋼ではこの継手による結合が重要な部分である。すなわちこの継手を適当な強さにて締結し坑枠にかかる土圧と平衡させ土圧が締結力にまさる場合は、重合部分部分がスライドして再び土圧と平衡する強さで止まり、坑枠自体を變形さすことなくつねに坑道を支保する。適正に締結された場合に、降縮するときの可縮坑力 MU21 では 15 t, MU29 では 25 t である。

可縮坑枠鋼のおもなる特長

1) 坑枠の支持強度以上の地圧に対しては、継手部で適当に可縮するため複雑な強地圧の作用するところにおいても、従来の剛坑枠のように破壊されることなく坑道の安全支持ができる

2) 縦横の断面係数がほとんど等しいので、あらゆる方向の圧力に対してよく耐えることができ、その坑道方向の耐曲性も良好である。

3) 全断面堀削ができるので坑道掘進費、維持費が節約でき、曲げ加工、回収、曲げ直しが容易で、再使用も可能で鋼材の使用量が減り工費の節減が大きい。

用 途

炭坑、鉱山を始め各種隧道、暗渠建設工事の支保坑枠鋼。八幡製鉄および日本鋼管にて製作する坑枠鋼の品種および断面性能を第7表に示す。

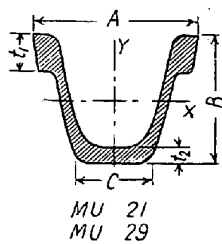
5. 不等辺不等厚山形鋼

この新製品が生れたのは溶接造船の発達のためである。溶接の発達により従来のリベット建造方法より軽量化され、ブロック建造方式ができるようになり造船工期が半分以上も短くなるという画期的な進歩をもたらした。

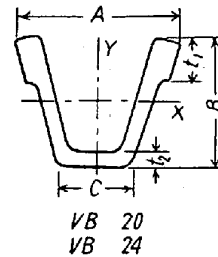
船体のフレーム材は張り付け方法が変つてきたために使用するビームの形も変つてきた。リベット法時代にはチャンネルが使われたが溶接時代になり山形鋼が用いられるようになり、さらに断面性能の高い不等辺不等厚山

第7表 坑 棒 鋼 の 品 種 お よ び 断 面 性 能

八幡製鉄Uビーム

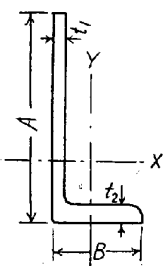


日本鋼管Vビーム



型	寸 法 mm					断面積 cm ²	重 量 kg / m	慣性モーメント cm ⁴		断 面 係 数 cm ³	
	A	B	C	t ₁	t ₂			I _x	I _y	S _x	S _y
MU 21	113	102	43	29.2	13.4	26.7	21.0	302.0	328.5	59.5	58.6
MU 29	133	120	50	34.6	15.7	37.0	29.0	581.0	634.0	97.4	95.8
VB 20	117	97	58	30	12	25.4	20.0	274	331	52.9	56.6
VB 24	123	99	56	34	13	30.7	24.2	326	426	65.2	69.3

第8表 不等辺不等厚山形鋼の品種・性能



寸 法 mm	断面積 cm ²	重 量 kg / m	慣性モーメント cm ⁴		断 面 係 数 cm ³	
A B t ₁ t ₂			I _x	I _y	S _x	S _y
200 90 9 14	29.66	23.3	1,210	200	88.7	29.2
250 90 10 15	37.47	29.4	2,440	223	149	31.5
250 90 12 16	42.95	33.7	2,790	238	174	33.5
300 90 11 16	46.22	36.3	4,470	245	235	33.8
300 90 13 17	52.67	41.3	4,940	259	264	35.7
400 100 13 18	68.59	53.2	11,500	388	467	47.1

形鋼が強く望まれるにいたつた。また最近の船舶は大形化へ移りとくにタンカー・特殊運搬船は3万tないし5万tが標準となつてきた。したがつてフレーム材も大形となり300mmを超える不等辺不等厚山形鋼が造船工業会より要求され、現在では最大400mmのものが八幡製鉄・富士製鉄・日本鋼管にて製作されている。不等辺不等厚山形鋼の品種・断面性能を第8表に示す。

不等辺不等厚山形鋼のおもなる特長

- 1) X軸における断面性能が非常に大きいのでフレーム材として最も経済的な形状である。
- 2) 長辺端は直角に近いエッジに仕上げてあるので直ちに溶接端として使えるので溶接加工が容易で確実である。

用 途

船体フレーム材としての専用鋼材である。

6. 振り棒鋼 (冷間加工)

これはまだわが国で製作されていないが計画中の品種である。欧米ではコンクリート用丸棒鋼としてはすべて異形丸鋼かこの冷間加工した振り棒鋼を使用しており、わが国のように普通丸棒を使うことはない。冷間加工の方法としては異形棒鋼を振り加工を施すか振りとともに

引張り力を加える。これによつて棒鋼の降伏点を増加させて配筋鋼材の節減を計る。たとえば10%の引張加工鉄筋では梁に使用した場合35~40%の鉄筋節約ができる。

振り加工に対する時効硬化は1~2週間で急激上昇し1ヶ月以上ではほとんど変化はない、ただし500°C前後の加熱で機械性質は加工直後の値を割り素材の値に変化する。英米独の例として降伏点22kg/mm²の普通鋼は加工後の降伏点は40~42kg/mm²に上昇するこれを使用する場合の加工鉄筋の設計用許容応力として $(0.4 \sim 0.5) \times$ 加工後降伏点を使っている。振り加工による材質の変化の1例を示すとつぎのようである。

加工度	(30~20) d	(15~12) d	(10~8) d	(7~5) d	(5~4) d
抗張力	1.2倍	1.3	1.4	1.5	1.55
降伏点	1.0倍	1.05	1.1	1.2	1.24
伸	0.8倍	0.6	0.45	0.25	0.2

加工度とは振りのピッチでdは棒鋼の直径を示す。

7. 軽量形鋼

軽量形鋼とはストリップ鋼板を冷間にて連続成形ロー

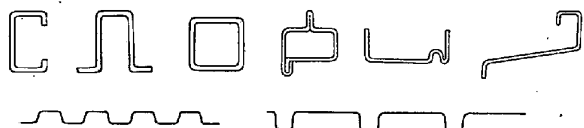
ル機を通していわゆるコールドフォーミングしたものである。勿論在来は鋼板をプレス加工により製作した。古くよりアメリカにおいて建築材として使用され世界各国に急速に普及し、わが国でも昭和 30 年より中之島製鋼にて製作を開始し、ついで日本鋼管・富士製鉄も製作しさらに川崎製鉄・神戸製鋼所・住友金属工業なども続々生産を計画している。また軽量形鋼の品種は建築用の柱や梁断面形および四角・パイプ形のものから、デッキプレート・トレンチシートなどや、各種サッシュ・バーなどと多種多様にわたりますます増加している。これに使用する板厚みも 1~2mm のものから 6~8mm におよびアメリカでは 20mm 程度まで成形している。

軽量形鋼のおもなる特長

- 1) 熱間圧延鋼材に比し断面が精確で単位重量当りの断面性能が高い。
- 2) 構造材として自重が軽く、断面性能が高いので使用鋼材は少量ですみ材料費、基礎工事費も少なくすむ。
- 3) 複合材も単材も軽いので運搬し易く、組立も容易。
- 4) 工期が短く、構造物が低廉にでき上る。
- 5) 耐久力、靱性があり建築物として火災に安全で耐震性がある。

用 途

建築物の柱・梁・桁など・壁材・床板・サッシュなど車輛・機械のフレーム材、家具部材、鉄塔類、トレンチ・シート、ガード・レールなど。
軽量形鋼の断面一例をつぎに示す。



8. 熱間押し形鋼

非鉄金属を押ししによつて形材を造ることは古くより行われていたが鋼の横型プレスによる押しは、フランスの Séjournet によつてガラスの潤滑剤を使用する特殊の考案により 1941 年遂にこれを完成した。これを Ugine-Séjournet 法といい、この方法による鋼の熱間押しは急速に発達し目下各国にますます普及し、わが国では神戸製鋼所を初め住友金属工業・山陽特殊製鋼・八幡製鉄など、つぎつぎと CIEPM 社と技術提携し設備をおき作業を開始している。

Ugine-Séjournet 法の特長

- 1) 成品の形状複雑で鍛造・圧延で製作できない断面成品が作られる。
- 2) 加工は圧縮応力の下で行われ引張り応力が生じな

いので加工性の悪い材料や特殊鋼などの加工に適す。

3) 同様の理由で加工度を大きくすることができるので寸法の小さいものの製作が可能である。また鍛造比が大であるから成品の表面状況および性質が良好である。

4) 普通は 1 回加熱 1 回加工で短時間に加工が完了するので仕上温度が高いことを要する品種、あるいは加工温度範囲の狭い鋼種の加工に適する。

5) ガラス潤滑剤を使用するので材料流れが良好で質が優秀でありまた滲炭が生じない。

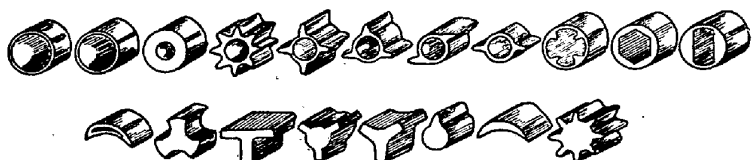
6) 成品は寸法正確でありまたそのまま部品として使用できる。

なおこの方法においては加工前の加熱材料にスケールがまつかないことが必要で、そのためには熔融塩化バリウム浴中で加熱するか、高周波加熱かまたは不活性ガス中で加熱をする。また成品のガラス被膜を除去するのに熔融苛性ソーダまたは弗化水素で洗浄することが必要である。

用 途

押しによる製品の用途はきわめて広範である。たとえば高炭素鋼での各種形鋼・異形中空鋼・肉厚鋼管など特殊鋼での車軸・船舶・航空機・化学機械部品としての異形形鋼・歯車・タービン翼・熱交換器材・リング材・時計枠・計器部品高温高压用管材・耐食管材など。

製品の一例をつぎに示す。



9. スパイラル熔接大径管

ストリップ・コイルを使つてこれをスパイラルに巻いて熔接して大径のパイプを製作する方法が発達してきて、わが国でも日本特殊鋼管でドイツ・アルスト社の方法、また久保田鉄工ではアメリカ・アームコ社の設備を取り入れ製作を初めている。この方法では連続的な製管ができるのは勿論ストリップ巾に制限されず材料取りが簡単で、口径の変更が容易であり製作費が安くできる。成品は強度が大きい。

III. 厚 板

1. 造船用厚板

わが国においては厚板の需要の大口は造船材である。近時船舶の大形化と広範な熔接構造のため、船体用鋼板に対する材質的要求が非常に高度のものとなつてきた。近時造船規格がつぎつぎに改正されほとんどの造船材は

熔接性に優れた、脆性破壊を起さない notch toughness の優れたものを要求してきた。このため造船材は細粒鋼であるキルド鋼あるいはアルミキルド鋼でなければならぬ。さらにはこれを熱処理した高級な鋼板となつてきた。

造船規格の例として 1, 2 をあげるがいずれも共通した点が多く、いわゆる国際熔接会議 (I・I・W) で熔接に適する鋼材として提案されている A・B・C・D の 4 つの quality が基礎になつてきている。I・I・W 提案の 4 つの quality の要点は A は C 含有 0.25% 以下、B は C 0.20% 以下とし C・D は脆性破壊を重視し C では V ノッチ・シャルピー値を 0°C で 20ft-lbs (3.5 kg-m/cm²) とし D では -25°C で 20ft-lbs としている。

C・D quality のように切欠靱性を重視した鋼材を作るためには C を下げ Mn を増しさらにオーステナイト結

晶粒度の小さい細粒鋼とし必要によつてはノルマライズを施すことになる。

A・B (アメリカ) 規格では A・B・C のクラスがありいずれも板厚と成分 (C, Mn 含有量) と抗張力との規格範囲を狭めた。したがつて鋼種と熱処理に多大の考慮を要する。

ロイド (イギリス) 規格では船体用の規格 P401, P402, P403 のうち、とくに P403 については熔接性のほかに「衝撃値においては V ノッチ・シャルピー 0°C において 40 ft-lbs 以上および破面率 (crystallinity) 40% 以下あるいは 60% 以下」を要求している。

またボイラー用鋼板についても造船材と同様で、高圧・高温・大型化のために熔接性と高抗張性が要求されるようになり、規格としても衝撃試験、破面率あるいは結晶粒

第 9 表 各 国 高 張

国 名	成 分 系	名 称	化 学							
			C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni
日 本	Mn-Si	日本防衛庁規格 防 H T 60 2 H	<0.16	<1.35	<0.55	<0.040	<0.040	—	—	—
	Mn-Si-Ni-Mo-Ti		<0.16	<1.35	<0.55	<0.040	<0.040	—	<0.5	<1.0
	Mn-Si		<0.18	<1.35	<0.55	<0.040	<0.040	—	—	—
ア メ リ カ	Mn-V-Ti	Vanity (海軍)	<0.18	<1.30	0.15 ~0.35	<0.04	<0.05	<0.35	<0.15	<0.25
	Mn-V	Jalten #1	<0.15	<1.30	<0.10	<0.04	<0.05	<0.30	—	—
	Cr-P-Cu-Si	Cor-Ten	<0.12	0.20 ~0.50	0.25 ~0.75	0.07 ~0.15	<0.05	0.25 ~0.55	0.50 ~1.25	<0.65
	Cr-P-Cu-Ni	Mayari-R	<0.12	0.50 ~1.00	0.10 ~0.50	0.08 ~0.12	<0.05	0.50 ~0.70	0.40 ~1.00	0.25 ~0.75
	Cu-Ni-P	Yoloy HS	<0.15	<0.75	<0.30	0.05 ~0.10	<0.05	0.75 ~1.5	—	1.5 ~2.0
	Ni-Mo-V-B	Carilloy T-1	<0.18	0.70 ~1.0	0.15 ~0.35	—	—	0.20 ~0.40	0.40 ~0.80	0.70 ~1.0
	Ni-Cr-Mo	HY80 (海軍)	<0.22	0.10 ~0.40	0.15 ~0.35	<0.035	<0.040	—	0.90 ~1.40	2.00 ~2.75
イ ギ リ ス	Mn-Cr-Cu	BSS 968	<0.23	1.30 ~1.80	0.10 ~0.35	<0.05	<0.05	<0.60	<0.80	<0.50
	Mn-Mo-Ni	Ducol W25	0.16 ~0.20	1.3 ~1.5	—	—	—	—	0.15 ~0.30	0.3 ~0.5
	Mn-V-Mo-Cr	Ducol W30	<0.18	<1.4	—	—	—	<0.50	<0.80	<0.50
	Mo-B	Fortiweld	<0.15	<0.60	<0.40	<0.05	<0.05	—	—	—
ド イ ツ	Mn-Si	ST 52	<0.20	<1.20	<0.60	<0.06	<0.06	—	—	—
	Cr-Cu	ST 52 Cr-Cu	<0.20	0.80	0.30	<0.06	<0.05	0.40	0.40	—
	Mn-Si-(Al)	HSB 50	<0.20	0.95	0.45	<0.05	<0.05	—	—	—
	Ni-Cu-Mo-(Al)	HSB 55	<0.20	0.80	0.40	<0.05	<0.05	0.90	—	0.70
オーストリア	Mn-Si-Cu	Aldur 58	0.20	1.40	0.45	<0.04	<0.04	0.35	—	—
フ ラ ン ス	Cr-Cu	AC 54	0.21	0.60	0.30	—	—	0.45	0.45	—
イ タ リ ア	Ni-Cr-Cu-Mn-Si	104	0.14 ~0.17	0.80 ~1.00	0.50 ~0.80	—	—	0.40 ~0.70	0.80 ~1.00	0.80 ~1.00
ソ 連	Mn-Si	CX (3)	<0.22	<0.8	<0.48	<0.05	—	*0.7	*0.7	*0.5

度の規定のほか, notch toughness の勝れた材質を要求されている。

以上の鋼板の要求に対し各メーカーは鋼種の変更改良, 熱処理の適正化など非常な努力と研究の結果これらの要求に適する厚板の製造に成功している。

厚板の性能に対する要求はさらに進み, いわゆる高張力鋼板の研究は世界各国急速に進歩してきた。高張力鋼板にさらに耐候性, 耐食性にとくに優れたもの, あるいは低温において靱性に勝るものなどと研究が進んでいる。

2. 高張力鋼板

高張力鋼板とは抗張力 (50~60 kg/mm² 以上) 降伏点が大で熔接性を有し衝撃値の優れたものである。在来わが国では Si-Mn 系の高張力鋼を主として製作してきたがこれは抗張力 50 kg/mm² 程度であつた。最近では

各社とも Si-Mn 系以外に alloy 系の高張力鋼の製作に努力し抗張力 60~70 kg/mm² 級の製作に成功し, さらに八幡製鉄・富士製鉄では連続焼鈍炉およびプレスウェンチ設備などの一連の処理設備を今春新設し, アメリカ U.S. Steel 社の T₁ 鋼同等の 80 kg/mm² 級高張力鋼の製作に進んでおり, U.S. Steel 社との技術提携も計画されており川崎製鉄でも T₁ 鋼相当の高張力鋼の製作に成功し K O 鋼として生産を開始している。

T₁ 鋼はアメリカ U.S. Steel 社が特許を持つ「低合金高張力熔接鋼」で日本にも商標を出願中で, この鋼の成分は Ni, Mo, V, B を含み優れた熔接性と強靱性をもっている。また T₂ 鋼というものがあるが T₁ 鋼と異なる点は Ni の代りに Ti が含まれ, T₁ 鋼と同性質でいずれも耐食性耐磨耗性が普通鋼より数倍強く米国にて広く使

力 鋼 一 覧 表

成 分 (%)				機 械 試 験 値				備 考
Mo	V	Ti	そ の 他	降 伏 点 (kg/mm ²)	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 び (%)	試験板厚 mm	
— <0.3 —	— <0.2 —	— <0.03 —	— — —	<32 >40 >46	48~56 58~66 60~68	>20 >18 >17	13~30 <20 <20	1957 焼鈍 焼入焼戻し
<0.05 — — — — 0.40 ~0.60 0.23 ~0.35	>0.2 0.035 ~0.065 — — — 0.03 ~0.10 —	>0.005 — — — — — — —	— — — — — B0.002 ~0.006 —	>33 >35 >35 >35 >35 >63 56~66.5	<62 >45 >49 >49 >49 >74 記録に止めるのみ	>20 >18(2in) >20(2in)	13~39 13 13 13 13 6~50 ≤35	1951 圧延のまま 圧延のまま 圧延のまま 圧延のまま 焼入焼戻し
— 0.24 ~0.30 <0.25 0.40 ~0.55	— — <0.10 —	— — — —	(Ni 随意) — — B0.0015 ~0.0035	>35 >43 >47 >46	55~65 >58 >60 >58	>18 <19 >20(2in)	13~25 <25 <38	圧延のまま 圧延戻し 焼鈍, 戻し 圧延のまま
— — — 0.15	— — — —	— — — —	P+S<0.10 — A-1 処理 A-1 処理	>35 >35 >36 >46	52~62 52~62 50~60 55~68	>19 >18 >20 >18	16~30	1946 特殊圧延
—	—	—	—	>40	58~68	>22(2in)		
—	—	—	—	>36	54~64	>22		
—	—	—	—	—	60~80	—		焼鈍
×0.1	—	—	—	>35	52~64	—		* 平均成分

第 10 表 日 本 各 社 高

成 分 系	製造会社名	名 称	化 学				
			C	Si	Mn	P	S
Si-Mn 系	八幡製鉄	WELTEN-50	<0.18	0.25~0.45	0.90~1.30 1.10~1.50	<0.035	<0.04
〃	〃	〃 55	〃	0.35~0.55	1.20~1.50	〃	〃
〃	日本製鋼	WELCON-50	〃	<0.55	<1.30	<0.045	<0.045
〃	富士製鉄	FHT-50	0.18以下 0.20 〃 0.22 〃	<0.45 <0.55 <0.50	0.90~1.30 1.10~1.50 0.90~1.50	<0.030 〃	<0.030 〃
	〃	〃 -55					
	〃	FTW-50					
〃	川崎製鉄	HTP-47W	0.16 〃	0.20~0.50	0.80~1.30	〃	〃
	〃	〃 52W	0.18 〃	0.30~0.50	0.90~1.50	〃	〃
	〃	〃 57W	0.20 〃	0.35~0.55	1.10~1.70	〃	〃
	〃	〃 57W	0.18 〃	0.30~0.50	0.90~1.50	〃	〃
〃	東都製鋼	HISTREN, HS-A	0.18 〃	0.35~0.60	1.10~1.40	<0.045	<0.045
〃	大同製鋼	ST-1	0.13~0.18	0.30~0.60	1.35~1.65	<0.035	<0.035
	〃	ST-2	0.15~0.20	〃	1.20~1.60	〃	〃
〃	中部鋼板	CK-High Ten-50	0.18以下	0.20~0.40	0.90~1.40	<0.040	<0.030
	〃	〃 55	〃	0.40~0.60	1.40~1.60	〃	〃
〃	日本鋼管	NK-HITEN HS-1	〃	0.30~0.60	1.00~1.30	〃	<0.040
	〃	〃 2	0.20以下	〃	1.20~1.50	〃	〃
〃	三菱製鋼	HER-TEN SHI-54	0.09~0.22	〃	0.70~1.20	<0.035	<0.035
Si-Mn 系	日本製鋼	WELCON-2H	<0.18	<0.55	<1.35	<0.040	<0.050
Alloy 系	八幡製鉄	A種 (Cr-V系)	<0.16	〃	<1.30	〃	<0.040
〃	〃	B種 (Ni-Cr-V系)	〃	〃	〃	〃	〃
Si-Mn 系	富士製鉄	FTW 60	<0.24	<0.60	1.00~1.60	<0.030	〃
〃	日本鋼管	NK-HITEN HS-3	<0.25	0.30~0.60	1.30~1.60	<0.040	〃
Alloy 系	川崎製鉄	QT 60A	<0.15	<0.35	<1.00	<0.030	<0.030
Si-Mn 系	〃	〃 60B	<0.18	<0.55	<1.50	<0.030	<0.030
〃	三菱製鋼	HER-TEN-SHIS60	0.13~0.24	0.40~0.80	0.70~1.20	<0.035	<0.035

用されている。Ti 鋼が日本で初めて使用されたのは、東京ガスの世田谷の2万m³球形ガスホルダーで、その後さらに大形の球形タンクは数多く設置されている。

高張力鋼のうちとくに耐食性、耐候性を持たしたものにU.S. Steel社のコールテンなどがある。これは特殊な熱処理を行わずCr, Ni, Si, Cu, P, Tiなどの合金元素を適量添加したもので、八幡製鉄でもこの種材料の試作に成功しており、富士製鉄もU.S. Steel社と技術提携によりコールテン級の生産を計画している。コールテンの耐食性は普通鋼の5~6倍、含銅鋼の2~3倍を示す。その降伏点強度は1.5倍を示す。熱処理を行わないので形鋼、薄板、ストリップに圧延できる。

液化プロパン・ブタンなど液化石油ガスの利用面から

これらの輸送船、貯蔵タンクなどの建造のためにとくに低温において靱性の強い鋼板の要求が生じ、アメリカにて-50°Cあるいは-100°CでVノッチ・シャルピー値が15ft-lbs以上といった規格のものが生産されはじめ、わが国でもこの種の研究が進められている。高張力鋼板の特長というべき有利性はいろいろ考えられるがとくに優位な点は

- 1) 抗張力、降伏点が高いので材料の節約が大きい。構造物の種類にもよるが普通鋼に比し25~30%以上節約できる。
- 2) 構造物の自重を軽減できるので設計、工事が容易である。
- 3) 熔接性、加工性良好なので工事が確実である。

張 力 鋼 一 覧 表

成 分					機 械 試 験 値			備 考
Cu	Cr	Ni	Mo	V	降 伏 点 (kg/mm ²)	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 び (%)	
					33<	50~58	20< 22< 20< 18< 20<	t 15mm以下 t 15~30 t 30超 t 15mm以下 15 超
					36<	55~63		
					33<	50~58	20<	
					33<	50~58	t <32mm 22<	t 32< 24<
					36<	55~60	t <19 20<	t 19< 20<
<0.30	<0.10	<0.25	—	—	30<	47<	t <6mm 21<	6~38 38< 24< 27<
"	"	"	—	—	33<	52<	20<	22< 25<
"	"	"	—	—	36<	57<	19<	20< 23<
"	"	"	—	<0.20	"	"	"	"
	—				"	55~65	18<	as rolled
<0.35	"				"	55<	1号18<	"
"	"				"	"	6号 "	"
					33<	50~60	20<	"
					36<	55~65	18<	"
					33<	52~60	20<	
					34<	55~63	"	
					35<	54~62	19<	
—	<0.40 "	<0.60		<0.15 <0.15	46< 46< 46< 38< 37<	58~68 60< 60< 60~70 62~70	16< 16< 16< 18< 18<	焼入, 焼戻し 熱処理 "
<0.30	<0.70	<0.70	<0.20	<0.15	48< 46< 38<	60< 60< 60~70	16< 16< 16<	焼入, 焼戻し "

4) 耐食性良好。

5) 以上の特長により普通鋼より非常に経済的である。
用途としては特長を生かして広範に使用されるが、主として建設機械、鉱山機械、造船、橋梁、各種圧力容器、鉄塔、シュートなどに利用面が多い。

現在までに生産された高張力鋼の各国別およびわが国各社別の品種を第9表および第10表に示す。

3. クラッド鋼板

クラッド鋼板とは2~3種の鋼種を重ね合して圧着させ優れた性能を発揮させるもので約10年前からアメリカ、ドイツで作られ、第2次大戦とともに銅、ステンレス、ニッケルなどの枯渇により研究が進んだものである。

普通鋼鋼板を母材としてこれに組合せるクラッド材に

はNi、Ni合金、ステンレス、高炭素鋼、銅、アルミ、鉛などいろいろ有るがわが国で目下生産が多いのはステンレスおよび高炭素鋼である。わが国では八幡製鉄、川崎製鉄、三菱製鋼、日本製鋼所で多く生産されている。

クラッド鋼板の組合比率は厚みでクラッド材が10~20%が普通で成品としては1~2mmより100mm以上の厚物までである。原子炉用鋼板としてとくに厚物も要求が生じている。

ステンレスクラッドの特長

- 1) 2種金属間の接着力が強く合せ板のステンレスの材質がその成分の単体の金属と同様の性能を示す。
- 2) 熱伝導度がよい。
- 3) 加工性および溶接性がよい。

4) 補修が安全簡単で耐命数が大きい。

5) 単体金属に比し遙かに安価である。

ステンレスクラッドの用途:

化学工業装置, 食品加工機械, 電気機械, 船舶, 原子炉材料など

高炭素鋼クラッドの特長:

1) 柔軟性に富み加工性良好

2) 刃物として刃こぼれ折損なくよく切れる。

高炭素鋼クラッドの用途としては農業機械, 農器具および刃物, 鋸その他工具類。

IV. 薄 板 (表面処理薄板)

わが国においては薄板は熱延 (プルオーバー式によるもの) による製品はほとんどなくなり薄板は, ストリップ式冷間仕上鋼板であり材質的にも表面肌状況も以前と比し格段と優秀なものが生産されている。今や薄板としては防錆防食のための表面処理がもつとも重要なものとなってきた。鋼の表面処理法の近年の進歩はいちじるしく, 各種の方法が脚光を浴びてきた。しかも従来需要家にまかせてきた表面処理を鋼材メーカーで行うようになった。表面処理は大別して金属鍍金と化合物被覆 (無機および有機化合物とも) に大別される。つぎにこの中のおもなるものを列記する。

1. 金属鍍金鋼板

金属メッキの中現在もつとも多く施されているのは錫亜鉛およびアルミニウムである。

(1) 錫メッキ鋼板 (ブリキ)

薄板を溶融錫に浸漬して錫メッキをする熱漬法によるブリキの製造は古くより行われていたが, 第2次大戦以来電気メッキが急速に発達し熱漬法は漸次後退し, わが国でも電気メッキ法が 1955 年八幡製鉄で初めて開始され, 現在ではアメリカでは生産の 90% 近く, わが国では 50% 以上がストリップコイルを使って連続式電気メッキ法によつて生産されている。電気メッキ法の長所はメッキ時の錫のロスがなく, 製品は 1 級製品の生産歩留が高く製品が美麗であるが錫の付着量を正確に規制でき

る点であり, またごく薄いメッキもできる。またもつとも合理的なメッキとして differential coating (差厚メッキ) といつて板の表と裏のメッキ厚みをかえることができる。メッキ厚みは熱漬メッキで最少で 0.85 lbs/BB であるが, 電気メッキでは薄くて 0.25 lbs/BB は容易である。差厚メッキでは一面 0.25 lbs/BB また 0.5 lbs/BB と他面 1 lbs/BB の組合せが多い。(1lbs/BB は錫の付着量 11.2 g/m² で厚みは 1.54 μ である) 電気メッキ技術発達とブリキ製造工程の調整が正確にできるようになり使用目的にもつとも合つた性質のブリキができるようになってきた。ビール罐の天地用に多く使われているハイテンパーブリキなどがその例である。ブリキの性質に主として影響する製鋼, 調質圧延などの工程で与えられる調質度により米国では T₁ より T₆ までの種類を規定している。これを第 11 表に示す。

近時ブリキ材の機械的性質をさらに強くし板厚みの減少を計り t 当りの罐の製作個数の増加を計る方向に進んでいる。これは八幡製鉄, 富士製鉄で 1959 年に稼働を始めた連続焼鈍炉による熱処理により一層進められるが八幡製鉄, 富士製鉄ではすでに Tu ブリキの生産を開始した。

Tu ブリキは 1951 年 U.S. Steel 社で連続焼鈍炉の完成により生産され出したもので, その優れた特性により各国に広く使用されるようになり将来は大部分がこの種のブリキになるものと思われる。

Tu ブリキの特長のおもなものは

- 1) 硬度が高い (62~68) が均一である。したがつて板厚を減少できる。
- 2) 材質良好で硬度が高いのに柔軟で加工性がよい。
- 3) 耐食性に優れている。

Tu ブリキは T₃, T₄, T₅, および T₆ のすべての用途を包含し得る。

(2) 亜鉛メッキ鋼板 (トタン)

薄鋼板に亜鉛メッキを施した亜鉛メッキ板 (トタン板) は金属メッキ板の中でもつとも多く使われており, 亜鉛の特性による防錆効果は頗る優れている。亜鉛メッキ板

第 11 表 ブリキ 調 質 表 (アメリカ)

調 質 度	硬 度 H _R 30T (メッキ後)	カップテスト mm (0.54mm厚)	降 伏 点 kg/mm ²	抗 張 力 kg/mm ²	用 途
T ₁	46~52	8.1	27~33	33	深絞り
T ₂	50~56	7.6	29~35	35	中位絞り
T ₃	54~60	7.1	32~39	39	一般および食罐胴および天地
T ₄	58~64	6.6	34~41	41	ビード付および普通食罐, 天地
T ₅	62~68	6.1	38~45	45	食罐天地, 胴および真空コーヒー罐胴
T ₆	67~73	6.1		53	ビール罐天地

でもっとも大きな進歩は、ストリップコイルを使つての連続亜鉛メッキ設備による品質の向上とコスト切り下げである。連続式メッキ法は八幡製鉄、富士製鉄および日新製鋼などに設置されているが連続式メッキ板の特長は

- 1) 歪がなく表面は美麗である。
- 2) コイルのまま生産されるので長尺で利用できる。などであるが、八幡製鉄にて採用しているゼンジマー式メッキ法は一連の連続設備の中に焼鈍設備を有しており製品はつぎのような優れた特長を有している。

- 1) 鉄と亜鉛との合金層がきわめて薄いので高度の加工を加えてもメッキに亀裂が入ったり剝離することがない。

- 2) 大気中の表面発錆は従来のものに比し数倍優れている。用途としては従来の加工用薄板を使用するすべての用途に適するが、とくにガソリンタンク、各種容器、家庭用品、車輛部品、電気器具、農機具などに最適である。

最近では亜板メッキ板特有のスパングルを消した亜鉛メッキ板の研究も進んでいる。

(3) アルミメッキ鋼板

アルミニウムを熔融メッキした鋼板で単純なドブ漬けメッキと連続式メッキ法がある。八幡製鉄、富士製鉄、日本鋼管などで研究中である。米国ではアームコ社が1939年以来独占的に生産を行なつてきたが最近では欧米にても広く増加する見込である。

アルミメッキ鋼板の特長は

- 1) 耐熱性が非常に優れ普通鋼板の3~5倍である。
- 2) 耐食性は亜鉛鉄板の2~3倍ある。
- 3) 加工性は非常によい。

用途としては

- 1) 耐熱（高温耐酸化性）の分野としては各種滲炭ケース、焼鈍箱焼入皿、ストーブ・バーナー・マフラー・エキゾーストパイプ・各種ヒーター用具など。

- 2) 耐食の分野としては石油化学装置部品、魚缶、屋根など。

2. 化合物被覆鋼板

鋼板に無機あるいは有機の化合物で被覆することはいろいろ行われていたが近時急速に発展してきたのがプラスチック被覆と化成処理の方法である。

(1) プラスチック被覆鋼板

鋼板にプラスチックを被覆する方法としては

- 1) 塗料にして塗装する。
- 2) ビニールフィルムをロールにて連続圧着さす。
- 3) ビニールシートをプレス圧着さす。

4) プラスチゾル塗装法。

などがありいずれの方法も採用されている。現在各社が競つてこの種鋼板の生産に力を入れているし、各々の商品名をつけて売出している。

中之島製鋼の「アートボンド」筒中の「サンメタル」長浜樹脂の「ヒシメタル」東洋鋼板の「ビニトップ」富士製鉄の「フジコート」大阪造船の「ダイヤモンド」など。

塗装した製品は被覆は厚くないがこの種では

東京亜鉛の「レヂノ鋼板」北海鉄板の「カラートタン」日新製鋼の「月星カラー」高砂鉄工の「タカコート」などがある。

プラスチック被覆鋼板の特長

- 1) 色採、光沢など外観が美麗で被覆は均一で塗装では不可能な地肌を皮、布、木目の模様を付することができる。

- 2) 耐酸、耐食性にすぐれ汚染の払拭が容易である。

- 3) 耐摩耗性、耐衝撃性、耐湿性、耐候性に優秀である。

- 4) 母材の鋼板と同様に成形、絞り、穿孔、打抜などあらゆる加工が容易にできる。

- 5) 電気絶縁性がすぐれまた吸音性もよい。

用途としては非常に広範囲に使用される。車輛船舶などの美装材を初め家具類、電気器具、建具、計器機具そのほかこの鋼板の特長を生かしてこの用途はますます発展して行くだろう。

(2) 化成処理鋼板

鋼板を化成処理により化成被覆を施すが被覆は無機質のものであり、電気的不良導体で金属面を密に被覆しているから金属が電気化学的にも腐食されるのを防止する。皮膜の表面は一般に粗く、また塗料構成物質との親和性も大きいから塗膜との密着もよく、適当な塗装下地ともなる。またこの被膜に潤滑性を持たせて鋼板の加工性をよくすることもできる。

たとえば電気亜鉛メッキ板に磷酸塩処理した八幡製鉄の「ボンデ鋼板」や磷酸塩の代りにクロム酸処理した富士製鉄の「ジンテックス」などがある。最近ではメッキをせずに鋼板自体に化成処理したものが米国で生産されている。Heintz社の「Hinac鋼板」やU. S. Steel社の「C.T.S鋼板」が有名である。これらの処理鋼板は各種の加工工程中に発錆がなくしかも加工中に剝脱することなく加工性がよく、塗料との密着性が非常によいので広範な用途において非常に加工費を節減できることになる。用途のおもなるものとしては自動車々体、船舶内装材、電気機具、家庭器具、建具、家具など。

V. 珪 素 鋼 板

わが国の珪素鋼板は八幡製鉄を主体として川崎製鉄そのほかで製作されているが、昭和27年に八幡製鉄はアメリカ・アームコ社の技術を取り入れ高級な熱延珪素鋼板の製作に成功し、その後も八幡製鉄は独自の研究を進めるとともにさらに冷延珪素鋼帯についてアメリカ・アームコ社、ウェスティングハウス社と技術提携をして各種の高級珪素鋼帯の生産をやつている。現在川崎製鉄そのほかにおいても冷延珪素鋼帯の研究を進め、高級珪素鋼帯の生産に努力している。かくてわが国の珪素鋼板は世界一級のものの生産が続けられている。珪素鋼板は鉄損値により用途が分れているが順次高級なグレードを使うようになって行き、熱延珪素鋼板は次第に退き冷延珪素鋼帯へ移りさらに方向性冷延珪素鋼帯へ、さらに将来は二方向性珪素鋼板へと需要が進んで行くと思う。

わが国で現在生産されている珪素鋼板の種類と鉄損値を第12表に示す。また珪素鋼板のグレード別用途の大略を第13表に示す。

第12表 わが国で生産されている珪素鋼板の種類

鉄 損 W10/50 厚み 0.35mm		0.51 0.58 0.68 0.90 1.05 1.15 1.25 1.35 1.45 1.80 2.10 2.50											
		0.51	0.58	0.68	0.90	1.05	1.15	1.25	1.35	1.45	1.80	2.10	2.50
熱延珪素鋼板	八幡, 川鉄												
熱延焼結珪素鋼帯	八幡のみ (914HJ77)												
冷延無方向性珪素鋼帯	八幡 (ハライツJ77)												
冷延方向性珪素鋼帯	川鉄 (RM)												

(註) 1. () 内は商品名を示す。

- 八幡製鉄の熱延珪素鋼板のうち、T級をスーパーコアーという商品名で呼んでいる。
- 方向性鋼帯は一般にW15/50の鉄損が規格となつている、(上のW10/50の鉄損は規格でなく一例にすぎない) これを上記グレードについて示せば次の通りである。

板厚 0.35mm 0.30mm 0.35mm 0.30mm

Z11	1.15以下	1.10以下	Z15	1.55〃	1.50〃
Z12	1.25〃	1.20〃	Z17	1.75〃	1.70〃
Z13	1.39〃	1.35〃			

1. 無方向性冷延珪素鋼帯

冷間圧延と熱処理とを施して製作された方向性は有しない珪素鋼板であるが冷延の効果としての特性を有している。すなわち

- 連続打拔ができ大量生産ができるので加工費の低下と能率の向上ができる。

第13表 珪素鋼板の用途

グレード	珪素鋼板の種類	用 途
モーター・グレード	B・C・D級 E18以下 H18以下 RM 1, 2, 3	小形汎用モーター、 家庭電気品用モーター 遮断器関係
T115以下の トランス・ グレード	T115~T145 E12~E14 H12 H14 RM 4, 5	大中形モーター・ 発電機 溶接用トランス 計器用トランス ラジオ、テレビの パワ・トランス
T105以上の トランス・ グレード	T90, T95 Z11~Z15	電力用および配電用 トランス

- 歩留りの向上

- 平坦度がよく、肌が平滑で厚み差が僅少で占積率がよいので電動機が小型になる。

- 磁束密度が高く磁性が均一である。

この珪素鋼板を使用した場合の有利性の1例を第14表に示す。八幡製鉄のハイライトおよび川崎製鉄のRMがこれである。なお板の表面には特殊の絶縁被膜が施してある。

第14表 回転機に冷延無方向性珪素鋼帯を使用した場合の利点

同一寸法にした場合の向上率(%)	鉄 損 励磁電流率	約10 約8 1.0~1.5
鉄損を等しくなるようにした場合の向上率(%)	鉄心重量 全重量 励磁電流率	約8 約1.5 3~5 約0.5
厚さの均一性	厚さの偏差率が小さいので鉄心を高く積んだ場合の高さのむらが少ない。	
特性の均一性	磁気特性の変動が小さいので、電動機の特性むらが小さくなる。	
層間絶縁抵抗	表面に無機質の層間絶縁処理が施されているので、特別の場合を除き表面処理工程を1回分省略しうる。	

(註) これは同一厚み、同一鉄損の板と帯を比較したものである。

2. 方向性冷延珪素鋼帯(オリエント・コア)

方向性冷延珪素鋼帯は2回冷延と数回の熱処理とにより製作されるもので、1934年にアメリカでN. P. Gossによつて発表されたもので、その後アメリカ・ウェスティングハウス社およびアームコ社、ドイツのクルップ社などにおいてさらに研究が進められた。わが国においては八幡製鉄が昭和33年にウェスティングハウス社の特許

を入れ、さらに同年アームコ社と技術提携して新しい設備によりこの種のアメリカなみのグレードの量産をしている。川崎製鉄においても研究を進めこの種グレードとして GR コアの製作に努力している。

この珪素鋼板の特長としては

1) 従来の珪素鋼板に比し磁性がよくとくに圧延方向の鉄損値がはなはだしく低い。

2) 圧延方向の透磁率が非常に高い。

3) 冷間圧延珪素鋼帯としての特性は 1 項珪素鋼帯と同様である。

4) 優れた絶縁被膜を施してある。

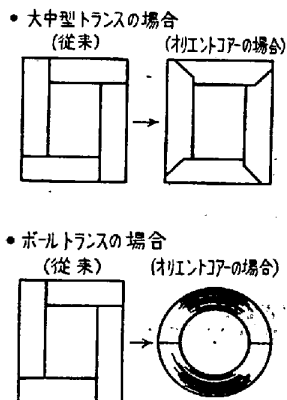
以上の優れた特性を生かして製作したトランス類は重量を従来のものに比し 15~25% 軽減することができる。

なお特性の方向性を最も生かした使用法として巻鉄心型の変圧器が出現してきたことは画期的なことであり将来は小容量変圧器はほとんど巻鉄心型へ移行するものと思われる。巻鉄心型は図のようにオリエントコアをコイル状にて使用するもので製作も能率的であり、小型で性能の優れたものができる。オリエントコアを使用した場合と従来の珪素鋼板を使用した場合の比較の 1 例を第 15 表および第 16 表に示す。

オリエント・コアの用途として現在おもに使用されているのは電力用変圧器、柱上変圧器、大形火力発電機通信機器、計器用鉄心である。

3. 二方向性珪素鋼板

二方向性珪素鋼板は 1957 年米国 F. ASSMUS によって発表されたもので、その後も各国で極力研究が進められているものである。これは珪素鋼の磁化容易軸が圧延方向および直角方向の二方向になるように結晶配列をも



オリエントコアを使用した鉄心の組立方の一例

第 15 表 巻鉄心型変圧器と従来の標準変圧器の比較 (30KV A 変圧器の場合)

	巻鉄心型 (A)	従来型 (B)	A/B
無負荷電流	1.53%	3.45%	44.4%
無負荷損	123W	155W	85.8%
全損	414W	466W	92.8%
効損	537W	601W	89.4%
変動率	98.24%	98.04%	
電圧変動率	1.518%	1.50%	
インピーダンス	5.43%	2.35%	
油総重	59 l	73 l	81.0%
右行寸法	225 kg	287 kg	78.5%
左行寸法	710 mm	725 mm	
高さ寸法	630 mm	540 mm	
	820 mm	930 mm	

(註) 上記巻鉄心型変圧器は日立製作所が関西電力に納入したもの。

単相 30kV A

一次電圧 6,900~5,700V/3,450~2,850V

二次電圧 210~105V

周波数 60c/s

第 16 表 大型変圧器に T-90 使用の場合とオリエントコア (Z12) 使用の場合の比較

	T-90 使用の場合	Z12 使用の場合	
		A	B
総重	100	92	91
中身重	100	89	86
鉄心重	100	86	84
銅重	100	97	96
油重	100	96	98
無負荷損	100	89	83
負荷損	100	97	97
全損	100	95	95
励磁電流	100	50	50
励磁電圧	100	140	140
価	100	100	100

(註) A: 自冷式内鉄形 3 相 2 巻線

定格出力 30,000kV A

周波数 60c/s

電圧 60/11kV

B: 送油風冷式内鉄形 3 相 3 巻線

等価容量 117,000kV A

巻線容量 90/99/45MV A

周波数 50c/s

電圧 154/66/22kV

たしたもので、板の電氣的性能が圧延方向のみでなく直角方向においても同じように優れた性能をもたしたものである。

(昭和 35 年 6 月寄稿)