

第1章 概 説

1. はじめに

厚板とは、一般的に板厚6mm以上の熱間圧延鋼板のことをいうが、国内の厚板ミルでは板厚4.5mm以上の鋼板までが実際製造されている。厚板生産の特徴として、

- (1) 小ロットの注文生産であること
- (2) 要求性能が多岐にわたること
- (3) 要求される安定性、信頼度が高度であること

が挙げられる。

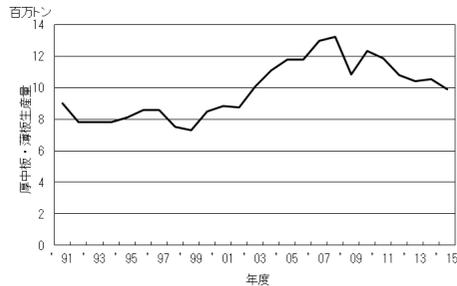


図1-1 厚中板生産量推移
(日本鉄鋼連盟「鉄鋼需給統計月報」より)

厚板製品の生産推移を図1-1に示す。この量は、圧延鋼材中の10%強、鋼板類中の約20%を占めるものとなっている。

わが国における厚板の製造は、1900年初頭にその端を發し、造船業を始めとする諸重工業の発展とともに歩んできた。その間、安定して高品質の厚板を市場に供給

するため、積極的な技術改善、開発に取り組んできた。

特に1973年のオイルショック以降の原材料その他の高騰および生産減少は、厚板工場の省エネルギー、省資源のための合理化技術と労働生産性向上のための省力化技術の向上に大きな進歩をもたらした。更に、これらの厚板のコストダウン活動に加え、高品質のための制御圧延技術、制御冷却技術の開発もめざましいものとして挙げることができよう。

2. 厚板の定義

一般には、板厚6mm以上の熱間圧延鋼板を厚板と呼ぶが、本書では、厚板圧延材で製造される鋼板をすべて厚板として取り扱う。

現在、厚板圧延材で製造可能な寸法範囲は、板厚が最小4.5mmから最大350mmあるいはそれ以上、製品幅は、通常最小1,000mmから最大5,350mmである。製品単重は、70tを超えるものもある。

板厚別の構成実績を示すと、およそ次のようになる。

- 3mm<=板厚< 6mm : 1%
- 6mm<=板厚< 20mm : 68%
- 20mm<=板厚< 40mm : 20%
- 40mm<=板厚<100mm : 10%
- 100mm<=板厚 : 1%

3. 厚板の用途

厚板の用途は、造船用が主体であったが、次々と新製品の開発が行なわれた結果、その用途は多岐にわたってきている。

用途は、一般的に以下の8種に分類される。

- (1) 造船用鋼板
- (2) 一般および溶接構造物用鋼板
- (3) ボイラ、圧力容器用鋼板
- (4) ラインパイプ用鋼板
- (5) 低温用鋼板
- (6) 耐候、耐食性鋼板
- (7) その他の特殊用鋼板
- (8) 無規格鋼板

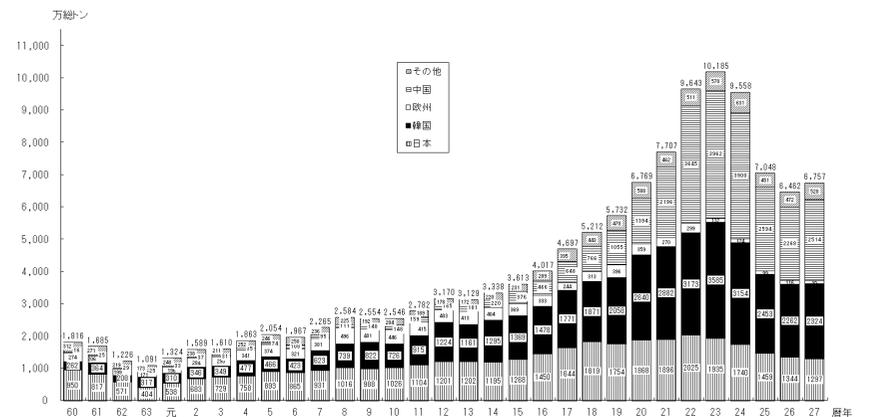


図1-2 世界の新造船建造量の推移 (ロイド統計より)

(1) 造船用鋼板

日本海事協会をはじめとする各国船級協会規定の船体構造用鋼板で、各協会の承認を受けて製造される。

引っ張り強さにより、40 キロ、50 キロ、60 キロ鋼と分類される。

図1-2に最近の船舶需要動向を示す。内容的には、比較的小型のタンカ、バルクキャリア、LPG、LNG 運搬船などの特殊船が多くなっている。また、タンカについてはダブルハル化が進んでいる。品質的には、高張力、厳格な板厚精度、低温靱性、大入熱溶接特性の向上が求められ、さらに多様化してきている。

1962 年頃から始まった造船材の高張力化に対し、低炭素当量化、S 含有量の低減、TiN の有効活用、制御圧延技術の開発、Ni、V 等の合金元素の添加などの施策を講じ、さらに最近では、制御冷却技術を実用化し、低炭素当量で、機械的性質、溶接性の優れた高張力鋼が製造されている。

コンテナ船は船体の破断事故防止のためハッチコーミングへの適用鋼材のうち EH40 と EH47 の極厚材に亀裂伝播を停止させる性能を有した高アレスト鋼板の適用が IACS UR-S33 でルール化され、2014 年 1 月以降契約船から適用となった。

高アレスト性能の指標は板厚 80mm までは、 $K_{ca} \geq 6000 \text{ N/mm}^{1.5}$ 、板厚 80mm 超えは各船級の認める所となる。高アレスト性能を確保するため、高圧下率、低温仕上げ、TMCP 技術により集合組織制御を行い、亀裂伝播を抑制し高靱性を確保する技術を開発し製造している。

(2) 一般および溶接構造物用鋼板

製造用以外の一般溶接構造物、すなわち、橋梁、産業機械、ペンストック、石油貯蔵タンク、海洋構造物など広い用途に用いられる鋼板で、JIS 規格 SS、SM、SN に代表される。これに含まれる標準規格は、外国規格も含めて多く、強度レベルも 30 キロ鋼から 100 キロ鋼にまでおよぶ。

- a) 橋梁用鋼板… 70 キロ、80 キロ鋼と高張力鋼の需要拡大、平坦度の要求が厳しい。
- b) 産業機械用鋼板… 軽量化、低コスト化を考慮し、60 キロ鋼の使用が一般的。
- c) ペンストック用鋼板… 60 キロ、80 キロ鋼が一般的。溶接環境の悪さから、低炭素当量、 $-40^{\circ}\text{C} \sim -45^{\circ}\text{C}$ の低温靱性が要求される。

- d) 石油貯蔵タンク用鋼板… 溶接施行管理の容易な 60 キロ鋼の使用増加。寒冷地向けでは、溶接継手部の靱性の要求が厳しい。
- e) 海洋構造物用鋼板… 海底油田掘削装置に代表されるが、加工の複雑さ、使用環境の厳しさから、ラミネーション等の欠陥がないこと、溶接性がよく、溶接脆化が少ないこと、耐ラメラテア性がよいこと、海水に対する耐食性がよいこと、腐食疲労に優れていること、低温での靱性がよいことが要求される。

(3) ボイラ、圧力容器用鋼板

エネルギー産業を中心に、多くの産業分野で使用される。

原子炉、圧力容器に代表されるように、設備の大型化、複雑化が進み、これにともない、鋼材も、大型化、厚肉化が進み、また品質的にも、高温強度のほか、長時間高温使用による脆化、損傷、照射脆化などの環境脆化感受性の良好さが求められる。

(4) ラインパイプ用鋼板

原油、天然ガス輸送用パイプラインに使用される鋼管の素材である。高い降伏強度と、低い靱性保証温度を、低炭素当量レベルで要求される。また、そのほか、耐サワー性(水素誘起割れを起こしにくい特性)の要求もある。

(5) 低温用鋼板

主に、液化ガスの貯蔵、輸送用の容器および化学反応機器用鋼板で、その使用温度は、 $-30^{\circ}\text{C} \sim -196^{\circ}\text{C}$ にも達する。強度レベルも、40 キロから 80 キロにわたり、Ni ベースの低合金鋼が多く、とくに高張力領域は、調質型鋼板が主体で、極低温用としては、9%Ni 鋼板も製造されている。

コスト低減の面から、Ni の添加量を極力少なくし、アルミキルド鋼なみの溶接性の良い鋼材や、熱間加工、線状加熱による靱性の劣化の少ない鋼材が要求される。

(6) 耐候、耐食性鋼板

一般および溶接構造用鋼板に、P、Cu、Ni、Cr などの特殊元素を添加し、耐候性、耐食性を付与した鋼板である。

各社独自に、その特徴を打ち出し、耐海水性、耐硫酸性、耐水素性などの限定用途を含めて製造されている。

第1章 概 説

この分野は、表面処理鋼板の分野と競合する面もあり、プレコート厚板として、アルミ溶射鋼板の実用化も見られる。

(7) その他の特殊用途用鋼板

各工場の特性を生かし、機械構造用炭素鋼、炭素工具鋼、合金工具鋼、ステンレス鋼、クラッド鋼板、ロケット用超高張力鋼板、耐摩耗性鋼板、非磁性鋼板などが製造されている。

(8) 無規格鋼板

いわゆる規格製品のほかに、材質および成分規定のない厚板製品があり、これを無規格鋼板と呼んでいる。

4. 厚 板 規 格

表1-1 規格に定められている主な内容

1. 製 造 法……製鋼法、製品分類（熱間仕上、冷間仕上、板、管など）、熱処理など
2. 化学成分
3. 機械的性質……引張試験、かたさ試験、衝撃試験、高温引張試験など
4. 実 用 試 験……曲げ試験、溶接性
5. 寸法公差
6. 特 殊 試 験……鋼質試験（非金属介在物、地疵、組織）
7. 表面検査
8. 非破壊検査

一般に規格は、次のように大きく3つに分類することができる。
 (1) JIS のように国家を代表とする国家規格、(2) 造船規格のように協会、業界で作られた規格、(3) ミルメーカーごとに定めている社内規格である。

表1-2 (a)おもな国家・協会規格（除く船級協会）

国 名	略 号	英 名	日 本 名	
日 本	JIS	Japanese Industrial Standards	日 本 工 業 規 格	
	WES	The Japan Welding Engineering Society	日 本 溶 接 協 会	
	ア メ リ カ	ASTM	American Society for Testing Materials	ア メ リ カ 材 料 試 験 協 会
		ASME	The American Society of Mechanical Engineers	ア メ リ カ 機 械 学 会
		SAE	Society of Automotive Engineers	自 動 車 技 術 者 協 会
イ ギ リ ス	API	American Petroleum Institute	ア メ リ カ 石 油 協 会	
	AISI	American Iron & Steel Institute	ア メ リ カ 鉄 鋼 協 会	
	MIL	Military Specification	ア メ リ カ 軍 規 格	
	BS	British Standards	イ ギ リ ス 規 格	
	ド イ ツ	DIN	Deutsche Industrie Normen	ド イ ツ 工 業 規 格
VDEh		Verein Deutscher Eisenhüttenleute	ド イ ツ 鉄 鋼 協 会	
ロ シ ア	ГОСТ	英訳 GOST	国 家 規 格	
フ ラ ン ス	NF	Norm Fraçaise	フ ラ ン ス 国 家 規 格	
スウェーデン	SIS	Sveriges Standerdisering Skomission	スウェーデン国家規格	
イ ン ド	IS	Indian Standards	イ ン ド 規 格	
カ ナ ダ	CSA	Canadian Standards Association	カ ナ ダ 規 格 協 会	
—	ISO	International Organization for Standardization		

表1-1は規格に定められているおもな内容を示したものである。

また表1-2は、厚板に適用されるおもな国家・協会規格を示している。代表的な規格として(1)JIS規格、(2)船級規格、(3)ASTM規格について説明する。

(b)各国の船級規格

略号	英 名	日 本 名
NK	Nippon kaiji kyokai	日本海事協会
AB	American Bureau of Shipping	アメリカ船級協会
LR	Lloyd's Register of Shipping	ロイド船級協会 (イギリス)
BV	Bureau Veritas	フランス船級協会
NV	Det norske Veritas	ノルウェー船級協会
CR	China Corporation Register of Shipping	中国船級協会
KR	Korean Register of Shipping	韓国船級協会
CCS	China Classification society	中国船級協会
GL	German Lloyd	ドイツ船級協会
VL	DNV・GL	ノルウェードイツ船級協会(合併)

(1) JIS 規格（日本工業規格）

JIS は工業標準化法に基づき

日本工業調査会で調査審議され、主務大臣が制定する国家規格である。表1-3に示すように大きく19部門に分類され、各部門ごとに4けたの番号数字からなる規格番号がつけられている。鉄鋼規格における規格番号は、

表1-4に示すように定められ

ており、さらに製品規格には、種類記号が定められている。(表1-5)

表1-5 代表的な規格番号と種類番号

規格番号	用途	種類番号
G 3101	一般構造用圧延鋼材	S S
G 3103	ボイラおよび压力容器用炭素鋼 およびモリブデン鋼鋼板	S B
G 3106	溶接構造用圧延鋼材	S M
G 3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	S M A
G 3115	压力容器用鋼材	S P V
G 3118	中・常温压力容器用炭素鋼板	S G V
G 3119	ボイラおよび压力容器用 Mn-Mo鋼 およびMn-Mo-Ni鋼鋼板	S B V
G 3120	压力容器用調整型 Mn-Mo鋼 およびMn-Mo-Ni鋼鋼板	S Q V
G 3126	低温压力容器用炭素鋼鋼板	S L A
G 3127	压力容器用ニッケル鋼鋼板	S L
G 3136	建築構造用圧延鋼材	S N
G 3140	橋梁用降伏点鋼板	S B H S
G 4051	機械構造用炭素鋼鋼板	S C S-CK
G 4109	ボイラおよび压力容器用クロム モリブデン鋼鋼板	S C M V

表1-3 JISの分類記号

A	土 木 ・ 建 築	L	織 維
B	機 械	M	鋳 山
C	電 気 ・ 電 子	P	パ ル プ ・ 紙
D	自 動 車	Q	管 理 シ ス テ ム
E	鉄 道	R	窯 業
F	船 舶	S	日 用 品
G	鉄 鋼	T	医 療 機 器
H	非 鉄 金 属	W	航 空
K	科 学	X	情 報 処 理
		Z	包 装 ・ 溶 接 ・ 基 本 ・ 雑

表1-4 鉄鋼規格の4けたの番号の内容

鉄鋼規格の4けたの番号の内容	
1~999	一 般 事 項
1000~	分 析
2000~	原 材 料
3000~	普 通 鋼 鋼 材
4000~	特 殊 鋼 鋼 材
5000~	鋳 鋼 鋳 鉄
7000~	ISO 仕 様
9000~	そ の 他