



入門講座

鉄鋼の日本工業規格—5

線材と線 ～針金から長大橋まで～

Wire Rod and Wire ～from Galvanized Iron Wire to Long-span Bridge～

富田邦和
Kunikazu Tomita

JFE スチール (株)
スチール研究所 鋼材研究部
主任研究員

1 はじめに

線材 (Wire Rod) とは、線材圧延機で細長く熱間圧延された鋼材をコイル状に巻き取ったものを指し、圧延鋼材を分類する際の名称である。線材はその名の通り、線 (Wire) の素材 (半製品) であり、伸線や熱処理等の二次加工を経て製品である線となる。このため、JISでは各種線材とそれに対応する線の規格が別々に制定されており注意が必要である。なお、線材には、棒鋼圧延機で圧延された直棒 (Bar) をコイル状に巻き取った太径のものも含まれるが、線材圧延機で製造されたものと区別するために Bar in Coilと呼ばれる。

断面形状は円形のものが大半を占めるが、四角や六角、異形のものもある。寸法は直径5.5～40mmが主流であるが、用途に応じて5mm以下の細径材や50mmを超える太径材も製造されている。

後掲するが、線材には針金やくぎといった日常品用から長大橋のメインケーブルを始めとする構造用まで多数の種類があり、強度レベルも300～3500N/mm²と広い。また、使用される鋼種も低炭素鋼 (0.04%C～)、高炭素鋼 (～0.95%C)、ボロン添加鋼、各種合金鋼等と多岐にわたるため、触れるべき点が多いが、入門講座ということもあり、本稿ではJISに制定されている線材と線の概説に留める。詳細については「棒鋼・線材マニュアル」¹⁾や「線材製品読本」²⁾、その他関連図書^{3,5)}を参照されたい。なかでも鋼種については、幾つかは本企画に掲載済みであり、今後も掲載が予定されている。重複を避けるため、鋼種の詳細はこれらの解説に譲りたい。

2 線材および線の種類とJIS規格

表1にJIS⁶⁾に規定されている線材とそれを素材とした線の種類を示す。鋼材はその化学成分、用途から普通鋼と特殊鋼

に分類されるが、線材も同様に、普通鋼線材と特殊鋼線材に大別され、普通鋼線材はさらに普通線材と特殊線材に区分される。

普通線材に分類されるものは低炭素鋼を用いた軟鋼線材の1種のみであり、二次加工を経て、線のなかでは最も軟質な鉄線となる。また鉄線にめっきや塗装、樹脂被覆を施すことで亜鉛めっき鉄線、溶融アルミニウムめっき鉄線、着色塗装亜鉛めっき鉄線、合成樹脂被覆鉄線が得られる。亜鉛めっき鉄線を素線とし、これをより合わせた亜鉛めっき鋼より線も製造されている。

特殊線材としては、中高炭素鋼からなる硬鋼線材とピアノ線材があり、硬鋼線材は硬鋼線、PC硬鋼線、ばね用オイルテンパー線へと加工される。また、鉄線と同様に、亜鉛めっき鋼線、溶融アルミニウムめっき鋼線、亜鉛めっき鋼より線へとめっき、より線加工される。ピアノ線材はピアノ線、PC鋼線、PC鋼より線、弁ばね用オイルテンパー線の素材に用いられる。アーク溶接棒の心線に用いられる被覆アーク溶接棒心線用線材も特殊線材に分類される。

特殊鋼線材には冷間圧造用炭素鋼線材、ボロン鋼線材、合金鋼線材があり、それぞれ冷間圧造用線となって部品加工に供される。ステンレス鋼線材と耐熱鋼線材も特殊鋼線材に分類されており、ステンレス鋼線材については対応する線としてステンレス鋼線がJISに規定されているが、耐熱鋼線材に対応する線のJIS規格は無い。

以上は線材としてJISに規定されているものであるが、表2に示すように、機械構造用炭素鋼鋼材、合金鋼鋼材、焼入性保証構造用鋼材 (H鋼) といった構造用鋼や各種工具鋼鋼材、ばね鋼鋼材、快削鋼鋼材、軸受鋼鋼材等の特殊用途鋼も線材に使用されており、JISに関連規格が制定されている。

このように、線材、線には多数の種類があるため、全てについて特徴や用途を紹介できないが、主なものについては概

表1 線材および線の種類とJIS規格

分類	線材			線		
	JIS	名称	記号	JIS	名称	記号
普通線材	G3505	軟鋼線材	SWRM	G3532	鉄線	SWM
				G3547	亜鉛めっき鉄線	SWMGS/SWMGH
				G3537	亜鉛めっき鋼より線	
				G3544	溶融アルミニウムめっき鉄線	SWMA
				G3542	着色塗装亜鉛めっき鉄線	SWMCGS/SWMC GH
特殊線材	G3506	硬鋼線材	SWRH	G3543	合成樹脂被覆鉄線	SWMV/SWME
				G3521	硬鋼線	SW
				G3538	PC硬鋼線	SWCR/SWCD
				G3560	ばね用オイルテンパー線	SWO/SWOSC/SWOSM
				G3548	亜鉛めっき鋼線	SWGf/SWGD
				G3537	亜鉛めっき鋼より線	
	G3502	ピアノ線材	SWRS	G3544	溶融アルミニウムめっき鋼線	SWHA
				G3522	ピアノ線	SWP
				G3536	PC鋼線, PC鋼より線	SWPR/SWPD
				G3561	弁ばね用オイルテンパー線	SWO/SWOSC/SWOCV
特殊鋼線材	G3503	被覆アーク溶接棒心線用線材	SWRY	G3523	被覆アーク溶接棒用心線	SWY
	G3507-1	冷間圧造用炭素鋼線材	SWRCH	G3507-2	冷間圧造用炭素鋼線	SWCH
	G3508-1	冷間圧造用ボロン鋼線材	SWRCHB	G3508-2	冷間圧造用ボロン鋼線	SWCHB
	G3509-1	冷間圧造用合金鋼線材	SMnXXRCH SCrXXRCH他	G3509-2	冷間圧造用合金鋼線	SMnXXWCH SCrXXWCH他
	G4308	ステンレス鋼線材	SUSXXX-WR	G4309	ステンレス鋼線	SUSXXX-W
	G4311	耐熱鋼線材	SUHXXX-WR	該当JIS規格無し		

表2 線材に用いられる特殊鋼材

分類	鋼材		
	JIS	名称	記号
構造用鋼	G4051	機械構造用炭素鋼鋼材	SC/SCK
	G4053	機械構造用合金鋼鋼材	SMn/SMnC SCr/SCM他
	G4052	焼入性保証構造用鋼材 (H鋼)	SMnH/SMnCH SCrH/SCMH他
特殊用途鋼	G4401	炭素工具鋼鋼材	SK
	G4403	高速度工具鋼鋼材	SKH
	G4404	合金工具鋼鋼材	SKD/SKS/SKT
	G4801	ばね鋼鋼材	SUP
	G4804	硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材	SUM
	G4805	高炭素クロム軸受鋼鋼材	SUJ

要を後述する。なお、表1では線材とそれを素材とした線に対応させて記載したが、化学成分や素材のマイクロ組織についての規格は線材のJISで規定されており、寸法公差や製品のマイクロ組織、機械的性質は線のJISに規定されている。表1には該当する規格番号を併記しておいたので、規格の詳細は

JISハンドブック⁶⁾等を参照されたい。また、表1には線材、線の規格記号も併記したが、線材はSWR、線はSWで始まり、続いて製造工程、特徴、用途等を表わす記号が続くことを付記しておく。

3 製造方法、二次加工

3.1 線材の製造方法

線材の製造には、高炉の銑鉄を転炉で還元した転炉鋼もしくはスクラップを電気炉で溶解した電気炉鋼の2種類が用いられる。これらの鋼はLF等による取鍋精錬、RH等による真空精錬で成分調整、不純物除去、脱ガスされ、多くの場合、連続精錬で成分調整、不純物除去、脱ガスされ、多くの場合、連続精錬機でブルームと呼ばれる矩形の鋳片に铸造される。ブルームは分塊工場に送られ、均熱炉あるいは加熱炉で加熱された後、分塊圧延機でビレットと呼ばれる100～200mm角(もしくは丸)の鋼片に圧延される。分塊圧延時に酸素と可燃性ガスを高圧で吹き付けるホットスカーフィングを行い表層部を溶削するとともに、冷却後もグライダー等で手入れを行い、表面欠陥を除去した後、ビレットは線材工場に搬送され、線材に圧延される。

図1に、わが国の線材工場のレイアウト^{7,8)}を参考にして作成した線材圧延の構成例を示す。ピレットは加熱炉に装入後、粗圧延機、中間圧延機、仕上げ圧延機からなる三十数台の圧延機で順次圧延され線材となるが、各圧延機のロールには箱形、菱形、楕円形、丸形等の孔型(カリバー)が切削されており、各種孔型ロールによる水平圧延(H)と垂直圧延(V)を繰り返すことで、真円度の高い円形断面を得ている。圧延速度は、断面減少率が大きいいため他の圧延に比べてもともと速いが、一体式のブロックミルの登場により圧延速度はさらに上昇し、細径材の仕上げ圧延速度は120m/s(時速430km)以上にも達している。これは新幹線の色度を遥かに越えている。また、寸法精度向上のため、ブロックミルの後にサイジングミルを設置する例が一般的になりつつある。

圧延後の線材は水冷帯を経て巻取機で一旦コイル状に巻き取られる。巻取機はポーリング式とレイング式に大別されるが、圧延速度の上昇から、近年は高速巻取りが可能なレイング式が主流となっている。巻き取られた線材は、図2⁹⁾に示すようにリング状に払い出され、ループコンベア上で冷却された後、コイル集束機で再びコイル状に整形され、フック式コンベアで精整ヤードへと搬送される。ループコンベアでの冷却は、スケール発生の抑制やマイクロ組織、機械的性質の調整を目的としており、近年は、衝風冷却用のブローをコンベア直下に複数台設置したステルモア法が大半を占めている。また、軟質化促進のため、徐冷カバーを併設したラインも多い。

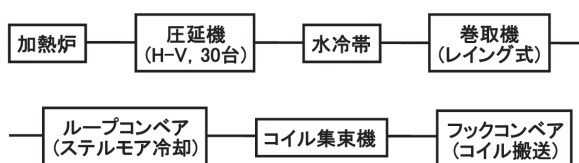


図1 線材圧延の構成例

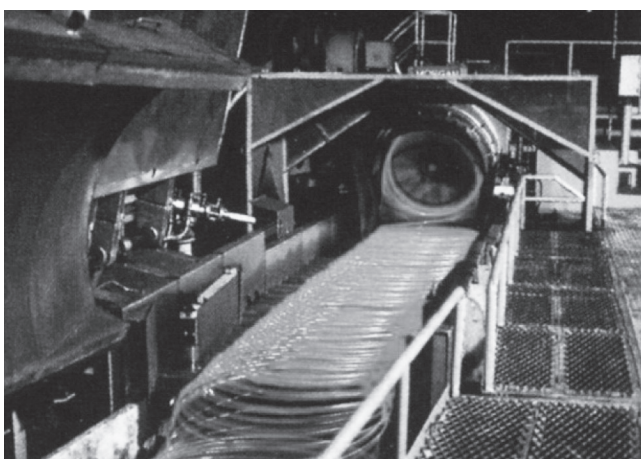


図2 ループコンベア(ステルモア冷却)

3.2 線材の二次加工

3.2.1 二次加工の主要工程

前述したように、線材は二次加工を経て製品である線となる。線材の二次加工は、図3に示すように主に伸線、熱処理、めっき、より線からなる。

各工程を略記すると、伸線は、酸洗またはショットブラスト等により脱スケールした線材に、潤滑剤として金属石鹸や燐酸塩を塗布し、ダイスで所定径に引抜く工程であり、製品寸法を決定するとともに、表面仕上げ(平滑化)の意味もあり、二次加工のなかでも不可欠の工程である。また、加工硬化による強度調整も兼ねており、断面減少率(減面率)を考慮して素材径が決められる。熱処理には、伸線性を向上させるための軟化焼鈍やパテンティング、加工性を向上させるための炭化物球状化焼鈍、弾性限を向上させるためのブルーイング(200~400℃での時効処理)、さらには焼戻しマルテンサイト組織を得るためのオイルテンパー(油焼入れ+焼戻し)等、多くの種類がある。めっきは耐食性向上が目的であり、垂鉛めっきが主流となっている。主要工程ではないが、樹脂被覆(耐食性、耐疵付き性向上)や塗装(意匠性向上)が施される場合もある。より線は2~20本の線材をより合わせて1本の線とする工程であり、ワイヤロープ等の製造に使われる。

3.2.2 伸線による機械的性質の変化

伸線により強度は上昇するが、同時に他の機械的性質も変化する。その一例として、図4¹⁰⁾に炭素鋼(0.7%C)における断面減少率と機械的性質の関係を示す。

引張強度は断面減少率の増加に伴い上昇するが、図5¹⁰⁾のように、高炭素鋼ほど引張強度の上昇量は大きい。なお、伸線を複数回に分けて行う場合、総断面減少率が同じでも、伸線回数を減らし1回当たりの断面減少率を大きくする方が引張強度の上昇率が大きくなることが知られている。疲労限はある断面減少率までは引張強度に比例して上昇するが、それ以上では低下する。伸びは断面減少率の増加に伴い急激に減少するが、高断面減少率域での変化は小さい。

絞り、ねじり回数、曲げ回数はいずれも局部延性と関係す

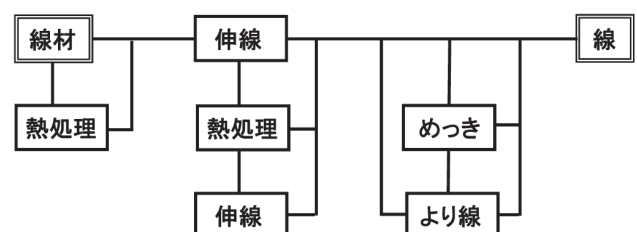


図3 線材の二次加工(主要工程)

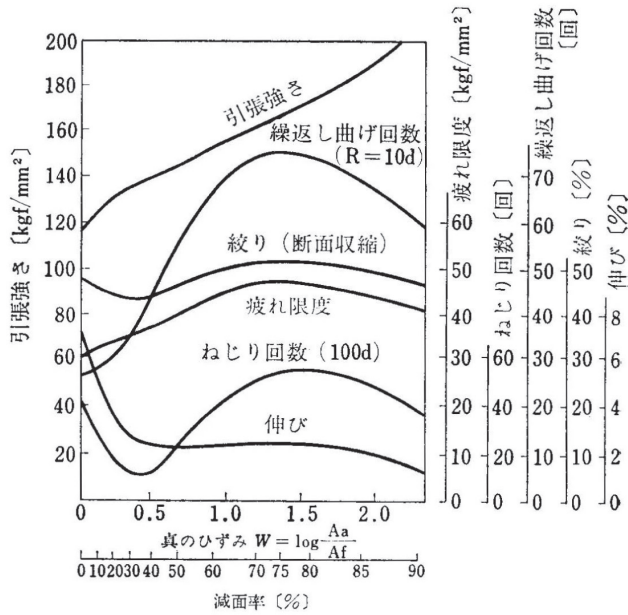


図4 伸線時の断面減少率と機械的性質の関係(0.7% C鋼)

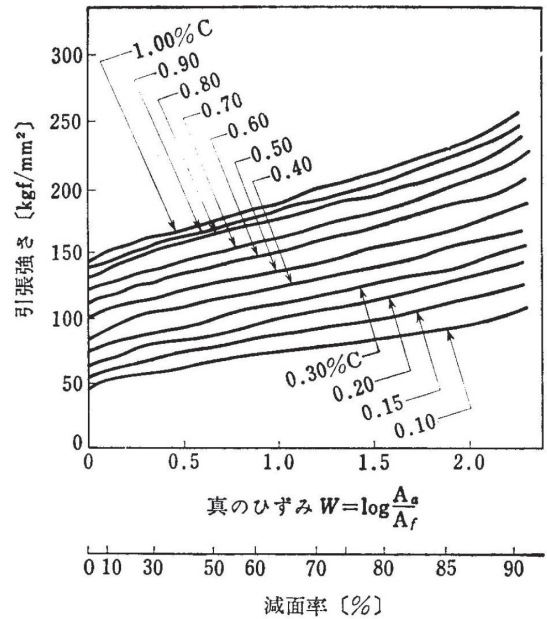


図5 炭素鋼の伸線による引張強度の上昇

るため、類似した変化を示す。絞りとねじり回数は低断面減少率域での減少を経た後、断面減少率の増加に伴い増加し、さらに断面減少率が増加すると再び減少する。曲げ回数も断面減少率とともに一旦増加し、その後は減少に転じる。

3.2.3 各種線材の二次加工工程

線材の二次加工における工程の組み合わせは線材の種類や用途等によってさまざまに変化するため、ここでは代表的な線材の二次加工工程について述べる。

①軟鋼線材：線材→伸線→線と最も基本的な工程で製造され鉄線となるが、伸線後に焼鈍を行ったなまし鉄線も製造されている。また、伸線・焼鈍後、亜鉛めっきすることで亜鉛めっき鉄線となり、さらに塗装を施すことで着色塗装亜鉛めっき鉄線に、より線加工を施すことで亜鉛めっき鋼より線となる。

②硬鋼線材：硬鋼線材はパテンティング後、伸線され硬鋼線となる。パテンティングは、伸線性を向上させるため、組織を均一微細な層状パーライトとする熱処理であり、精整後の線材を再加熱し、鉛浴や塩浴中に浸漬し恒温変態させるオフライン法と、線材圧延のステルモア冷却を制御し、オンラインで処理する方法の二つがあるが、後者により、オフラインでのパテンティングを省略する例が多い。

③ピアノ線材：硬鋼線材と同様に、パテンティング→伸線によりピアノ線となる。但し、ピアノ線には直径1.0mm以下の極細線もあり、これの二次加工では上記工程を複数回繰り返す。ピアノ線材からは弁ばね用オイルテンパー線も製造されるが、これの一般的な加工工程は、熱処理→伸線→表面切削(疵、脱炭層除去)→中間熱処理→伸線→オイルテンパー

であり、熱処理については、炭素鋼ではパテンティングを、Cr系低合金鋼では球状化焼鈍を行う。

④冷間圧造用線材：一回の伸線もしくは中間焼鈍をはさむ二回の伸線により冷間圧造用線へと二次加工される。中間焼鈍では、伸線性に加えて線の冷間圧造性を確保するため球状化焼鈍を行うことが多い。合金鋼では断面減少率が大きい場合、線材の段階で前焼鈍を行うものもある。

3.2.4 直接パテンティング

ステルモアでの冷却制御により、オフラインでのパテンティングが省略可能なことを述べたが、冷却速度や冷却時間の制約から、品種によっては、オフラインパテンティングと同等の伸線性が得られない場合がある。そこで、ステルモアでの衝風冷却の代わりに、冷却媒体として温水を用いるED法¹¹⁾およびEDC法¹²⁾、溶融塩を用いるDLP法¹³⁾、気水を混合したミストを用いるMP法¹⁴⁾等の直接パテンティング処理が開発、商用化されている。一例として、図6、7にMP法で製造された線材の組織と引張試験値を示すが¹⁴⁾、MP材の層状パーライトは鉛パテンティング材と同様に緻密化しており、引張試験値も鉛パテンティング材と比べて遜色ない。

4 品質、要求特性

4.1 線材と線の品質

他の圧延鋼材と同様に、外観上の品質としては、形状、寸法、表面疵が上げられ、内質としては、ミクロ組織、結晶粒度、非金属介在物、偏析、脱炭等が問題となる。

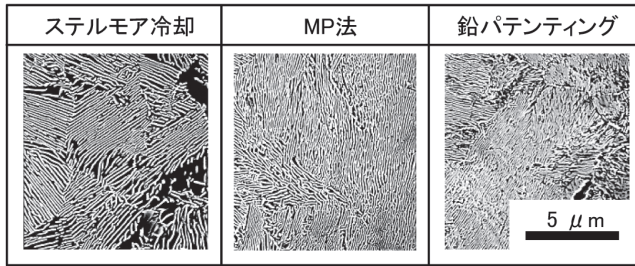


図6 パテンティング後の硬鋼線材(SWRH62B)の組織

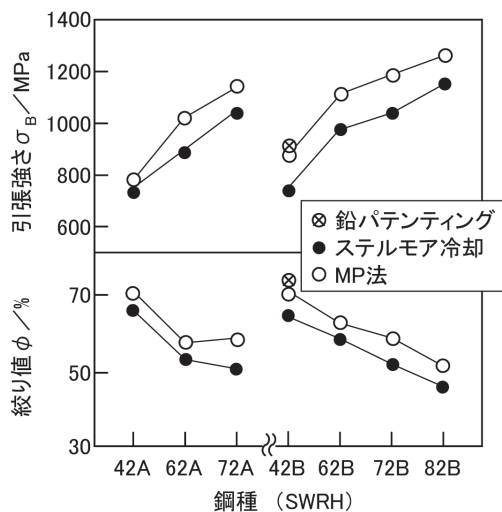


図7 パテンティング後の硬鋼線材の引張試験値

線材、線は他の圧延鋼材に比べて高強度なものが多く、高強度材ほど欠陥の影響を受け易いため、表面疵と非金属介在物、なかでも硬質で圧延によっても展伸しない酸化物系の介在物には注意が必要である。これらは割れの起点となって、伸線性や製品の加工性を低下させる。特に細径材の伸線では、数十 μm 程度の表面疵や介在物でもカッピー断線と呼ばれる断線の原因となる。このため、表面疵に関しては、圧延後、熱間で線材全長をオンライン検査する熱間渦流探傷や、線材、線の端末から採取したサンプルを冷間でオフライン検査する磁粉探傷等の品質管理が行われている。

中高炭素鋼線材では、圧延の加熱工程で脱炭を生じ易い点にも注意が必要である。脱炭により表層が軟化すると、線の強度低下を招くだけでなく、軟化した表層部に応力が集中する結果、早期に割れが誘発される。これより、硬鋼線材、ピアノ線材、冷間圧造用線材等ではJISに脱炭層深さが規定されている。また、冷間圧造用線材のように、二次加工で球状化焼鈍を行うものでは、炭化物の球状化状態が製品である線の冷間圧造性に影響を及ぼすため、炭化物の球状化に関する規定がJISに設けられている。

4.2 線の要求特性

製品である線に求められる特性としては、引張特性、硬度、曲げ性、被削性、衝撃特性、疲労特性、遅れ破壊特性等があり、これらは他の圧延鋼材と変わらない。一方、線に特徴的なものとして、捻回特性、耐リラクセーション性、冷間圧造性がある。

捻回特性は線が破断に至るまでのねじり回数(捻回値)で評価され、強度の高い硬鋼線やピアノ線等ではねじり回数が規定されている。プレストレストコンクリートの緊張材に用いられるPC硬鋼線、PC鋼線、PC鋼より線では、コンクリートに負荷した圧縮力を維持するため耐リラクセーション(応力緩和)性が求められ、JIS Z2276に試験方法が規定されている。また、ばね用線でもへたりの関係から耐リラクセーション性が重視される。冷間圧造性は、冷間圧造用線を用いてボルトの頭部成形等を行う際に問題となり、日本塑性加工学会が推奨する冷間据込み性試験¹⁵⁾で限界据込み率が、小坂田らの方法¹⁶⁾等で変形抵抗が評価されている。

5 主要品種の特徴と用途

5.1 軟鋼線材

軟鋼線材はC量が0.25%以下の低炭素鋼(他はMn、P、S量のみ規定)からなり、二次加工を経て鉄線、亜鉛めっき鉄線、亜鉛めっき鋼より線等になる。これらの用途を表3に示す。

鉄線は他に比べて軟質で加工性に富み、また安価なことから、結束線、くぎ、小ねじ等の日常品やコンクリート補強用の溶接金網等に用いられる。亜鉛めっき鉄線は一般的には針金と呼ばれるもので、有刺鉄線に用いられる他、各種金網に加工される。亜鉛めっき鋼より線はガードロープや電話等の電信線に使用されている。

5.2 硬鋼線材

硬鋼線材には0.25～0.85%C程度の中高炭素鋼が用いられるが、軟鋼線材とは異なりSi量も規制されている。硬鋼線材からは硬鋼線、PC硬鋼線、ばね用オイルテンパー線等が製造され、表4に示す用途に使用されている。

硬鋼線も比較的安価であり、さらに図5¹⁰⁾に示したように、C量と伸線率を変えるだけで広範に強度調整が可能のため、一般用、構造用等のワイヤロープや各種ばね類に多用されている。また、強度が必要な電信線には、硬鋼線を素材にした亜鉛めっき鋼より線が使われる。PC硬鋼線の主な用途はプレストレストコンクリートの緊張材であるが、後述のPC鋼線に比べて韌性に劣るため、タンク等の小形構造物への適用が多いようである。ばね用オイルテンパー線は主に線ばねに用いられるが、高級品では、炭素鋼ではなくSi-Cr系やSi-Mn

系の合金鋼が使われる。

5.3 ピアノ線材

硬鋼線材のなかでもC量が0.6～0.95%と高く、P、S、Cuを厳しく規制し、強度、靱性を向上させたものがピアノ線材であり、ピアノ線、PC鋼線、PC鋼より線、弁ばね用オイルテンパー線へと二次加工される。これらの用途を表4に示す。

ピアノ線は線のなかでは最も高強度な製品であり、JISでは3500N/mm²級まで規定されている。主な用途は長大橋を始めとする大型構造物や航空機用の高強度ワイヤロープ、自動車タイヤ補強用のスチールコードであり、高級ばね類にも用いられる。PC鋼線、PC鋼より線は硬鋼線材から製造されるPC硬鋼線に比べて高靱性であり信頼性も高いため、大型構造物や建築物のプレストレストコンクリート用緊張材に使われる。弁ばね用オイルテンパー線の用途は自動車エンジンのバルブスプリングの他、トランスミッションばね、クラッチばね等であるが、ばね用オイルテンパー線と同様に、高級ばねでは、炭素鋼の代わりにSi-Cr系やCr-V系の合金鋼が使われる。

5.4 冷間圧造用線材

冷間圧造用線材には、C量が0.53%以下の低中炭素鋼、低中炭素鋼（0.2～0.37%C）に微量のBを添加したボロン鋼および

CrやMo等の合金元素を添加した合金鋼が用いられ、一回の伸線または中間焼鈍をはさむ二回の伸線により冷間圧造用炭素鋼線、ボロン鋼線、合金鋼線へと加工される。

用途は、表5に示すようにボルト、ねじ等の締結用部品が多いが、自動車部品等にも用いられる。これらの大半は調質（焼入れ・焼戻し）されるため、かつては、焼入性と調質後の特性に応じて、炭素鋼もしくは合金鋼が使用されていたが、合金鋼では断面減少率が大きい場合、線材の段階で前焼鈍を行う必要があり、この点を考慮して1991年にボロン鋼がJISに制定された。ボロン鋼は合金元素に代えて微量のBで焼入性を確保するため、線材の段階では軟質であり、靱性は合金鋼に比べてやや劣るものの、前焼鈍が省略できる。これより、現在では、用途と特性に応じて、炭素鋼、ボロン鋼、合金鋼の3種が適宜使い分けられている。

ここで、ボルト、ねじについては、締結用部品のJIS規格（B1051）のなかで、材料に関する規定が制定されていることに触れておく。規定の概容を表6に示すが、強度区分別に、材料（鋼種）、熱処理方法、化学成分が規定されており、特に化学成分については、強度区分とC量に対するMn量の関係、合金元素の単独添加量と総量との関係が細かく規定されており、注意が必要である。

表3 普通線材の用途

線材	主な用途
軟鋼線材	結束線、有刺鉄線、ガードロープ 一般くぎ、小ねじ、リベット、ヒューズワイヤ 電信線(架空地線、ちょう架線、支持線等) ひし形金網(フェンス、落石防止、法面保護) 溶接金網(コンクリート補強用等)、その他金網

表4 特殊線材の用途

線材	主な用途
硬鋼線材	ワイヤロープ(一般用、機械操作用、異形線) 構造用ワイヤロープ(橋梁、鉄塔、建築物) 航空機用ワイヤロープ プレストレストコンクリート用 線ばね、電信線、金網
ピアノ線材	構造用ワイヤロープ(長大橋、鉄塔、建築物) 航空機用ワイヤロープ、スチールコード プレストレストコンクリート用 高級ばね、エンジン弁ばね
溶接用線材	アーク溶接棒の心線

表5 特殊鋼線材の用途

線材	主な用途
冷間圧造用線材	ボルト、ナット、ねじ、タッピングねじ、リベット
ステンレス線材	一般用ワイヤロープ、構造用ワイヤロープ 航空機用ワイヤロープ、ばね、ねじ、くぎ、金網
耐熱鋼線材	エンジンバルブ、耐熱金網、その他耐熱部品

表6 ボルト、ねじ用材料のJIS規定(B1051)

強度区分	材料	熱処理	成分規定(●:有)			
			C,P,S	B	Mn	合金元素
4.6	炭素鋼 添加物入り炭素鋼	(焼鈍)	●	-	-	-
4.8		-				
5.6		(焼鈍)				
5.8		-				
6.8		-				
8.8	炭素鋼	焼入焼戻し (焼戻し温度 ≥425℃)	●	-	-	-
9.8	添加物入り炭素鋼 (例えばB,Mn,Cr)		●	●	●	-
10.9	合金鋼		●	●	-	●
12.9	合金鋼	同上	●	●	-	●
12.9	添加物入り炭素鋼 (例えばB,Mn,Cr,Mo)	焼入焼戻し (焼戻し温度 ≥380℃)	●	●	-	-

なお、説明は省略するが、参考までに、ステンレス線材と耐熱鋼線材の用途を表5に併記しておいた。

5.5 線材用特殊鋼材

線材としてのJIS規格はないが、機械構造用鋼や工具鋼等の特殊鋼材も線材に用いられることを述べた。これらの用途を表7に示すが、産業を支える各種部品に幅広く使用されていることが判る。

6 おわりに

繰り返しになるが、鉄鋼メーカーで製造された線材は二次加工メーカーによって製品である線に仕上げられる。このため、高強度化や新機能付与、無欠陥化、工程簡省略化等の需要家要求に応えつつ、高品質な製品を提供し続けるためには、鉄鋼メーカー、二次加工メーカーの諸氏、特に若手諸氏が線材と線の両者について理解を深めることが不可欠である。詳細は碩学に預けるが、本稿がその一助になれば望外である。

表7 線材用特殊鋼材の用途

鋼材	主な用途
機械構造用鋼	シャフト類, 各種パーツ, ボルト, ナット, ねじ
工具鋼	ドリル, バイト, タップ, やすり, 刻印, 刃物
ばね鋼	巻きばね(懸架ばね等)
快削鋼	精密機械部品(時計, 通信機, 計測機器等)
軸受鋼	ベアリング等転動体のボール, コロ

参考文献

- 1) 棒鋼・線材マニュアル, 日本鉄鋼協会編, (1997)
- 2) 線材製品読本改訂第4版, 線材製品協会・日本線材製品輸出組合編, (1997)
- 3) 線材製品の手引き, 線材製品協会編, 線材製品協会ホームページ, <http://www.wire.jp/>, (参照2015-3-10)
- 4) 特殊鋼ガイド初級, 特殊鋼倶楽部編, (1990)
- 5) 稲守宏夫, 市田豊: 棒鋼, 線材圧延, (2001)
- 6) JISハンドブック鉄鋼Ⅱ, 日本規格協会編, (2014)
- 7) 中小形工場レイアウト集第5版, 日本鉄鋼協会編, (1991), 12.
- 8) 市田豊, 宮脇新也, 本屋敷伸一, 葛西丈次, 藤本知司, 新館忠博: 神戸製鋼技報, 50 (2000) 1, 6.
- 9) JFE条鋼の棒鋼・線材, JFE条鋼(株)パンフレット, (2008)
- 10) 鉄鋼便覧第3版, 日本鉄鋼協会編, (1982) VI, 37.
- 11) 武尾敬之助, 前田閑一, 上瀬忠興, 岩田斉, 里見祥明, 中田秋一: 鉄と鋼, 60 (1974) 14, 2135.
- 12) 矢田浩, 森俊道, 村上雅昭, 富永治朗, 落合征雄: 製鉄研究, (1982) 310, 264.
- 13) J.Tominaga, K.Matsuoka and S.Inoue: Wire Journal Int., (1985) Feb, 62.
- 14) 白神哲夫, 村上俊之, 玉井豊, 大和田能由, 佐々木広: 塑性と加工, 44 (2003-4) 507, 427.
- 15) 冷間鍛造分科会材料研究班: 塑性と加工, 22 (1981-2) 241, 139.
- 16) K.Osakada, T.Kawasaki and K.Mori: Ann.CIPR, 30 (1981) 1, 135.

(2015年4月14日受付)