

開発された。板以外では、熱間押し法によるシームレスクラッド鋼管やクラッド鋼板を UOE で製造するクラッド鋼管が実用化された。

薄い粘弾性樹脂を薄鋼板で挟んだ樹脂複合型制振鋼板は、熱硬化樹脂の採用による制振性能の向上のみならず、樹脂に金属粉末を混入させて導電性を付与するとによるスポット溶接性の改善、亜鉛めっき鋼板やステンレス鋼板の適用による耐食性の向上など、用途に応じた開発が進められた。

(b) 高機能化技術

エレクトロニクス分野で発展した PVD や CVD 技術が、表面改質による鋼板の新たな機能や意匠性の付与技術として、コイルを処理する連続ドライプロセッシング技術に利用されたが、これらを鋼自体の高機能化に応用する技術も開発された。

Fe に Si を添加して行くと電気抵抗が増加するとともに磁気特性が向上し、6.5% 含有すると磁気歪が零となり、高周波用途として最も優れた磁気特性を示す。しかし、Si 量が 3.5% を越えると脆くなり冷間圧延による薄板化が困難であった。そこで、化学気相蒸着法 (CVD) を利用する方法が開発された。CVD 法は、高温に加熱した低 Si 鋼板の表面に SiCl_4 を供給して表層に Si 高濃度層を形成させ、これを無酸化性雰囲気中で高温加熱して Si を鋼板内部に拡散させ、Si を 6.5% 含有した鋼板を製造する方法で、連続ラインにより処理が行われている。

CO_2 レーザーは鉄鋼製造ラインではコイル継ぎ溶接や管

溶接に用いられているが、冷延鋼板の調質圧延ロールの表面ダグ加工に利用して、潤滑性を保持した上で塗装後に光沢と写像性を高めた高鮮映性鋼板の製造技術に応用された。これはパルス状の CO_2 レーザーを圧延ロールの表面に規則的に照射して穴を刻んでいくもので、そのロールを用いて調質圧延を行うことによって、鋼板の表面に規則的な凹凸を転写する技術である。

一方、方向性電磁鋼板においては、レーザービームやプラズマジェットを照射して磁区の細分化を図り、鉄損を低減する技術が開発されている。なお、最近では歪取り焼鈍にも耐えるように、表面に溝を導入して磁区細分化を図る方法も開発されている。

以上、この 10 年を振り返り、主な鉄鋼材料製造技術の進歩について概説した。急激な円高など経済情勢の変化や中進鉄鋼国の追い上げ、さらに地球環境問題などへの対応から、今後、鉄鋼材料に対する需要家ニーズや社会的ニーズはますます厳しいものとなることが予想される。このため、よりいっそうのコスト競争力向上と性能向上が必要となろう。前者に関しては、汎用材料の製造条件の徹底した合理化や低コスト新製造プロセスの開発などが進められよう。一方、後者に関しては、鉄鋼材料としての極限性能の追及や高機能化の研究が引き続き多方面で展開されるであろうが、これまで以上にニーズ適合し、しかも性能とコストのバランスのとれたものが要求されよう。また、スクラップリサイクルや環境対応を前提とした鉄鋼製造技術の開発も推進されるであろう。

8.3 需要分野別鉄鋼材料の進歩

8.3.1 車社会と鉄鋼材料

(1) 概況

(a) 車をとりまく環境の変化と鉄鋼材料

現在、我が国の自動車保有台数は 6,200 万台、国民 2 人に 1 台の割合に達しており、車抜きには我々の生活は考えられない。車に対する要求は時代とともに変遷し、また当然これを反映して自動車用鋼材へのニーズも変化してきた。この前の 10 年間のキーワードが、オイルショックに端を発した燃費低減と小型軽量化であったとすれば、この 10 年間は、一方では地球環境問題に伴う排ガス規制やリサイクル問題、安全対策の強化などが挙げられ、他方ではユーザーニーズの多様化に伴う個性化、高級化指向があった。さらに 1990 年代に入ってから、1 ドル = 100 円に及ぶ一段の円高の動きを受けて合理化、コスト重視への圧力も強まった。

Fig. 8.19 はこの 10 年における普通・小型乗用車の原材料構成比の変遷を示す。鉄系材料の構成比は 1983 年の 76.0% から 1992 年の 72.3% へと若干の減少傾向にあるが、依然 70% 以上を占めている。さらに平均車体重量は 1983

年を 100 とすると 1992 年は 133.2 となっており、自動車 1 台当たりには使用された鉄系材料の総重量は逆に増加している。またこの 10 年は、一部の限定車に対してではあるが、アルミを初めとして鉄鋼に変わる軽量材料の適用が大いに試みられた時代でもあった。Fig. 8.20 は大幅なアルミの採用により注目を集めたスポーツカー NSX の材料構成比を示す。

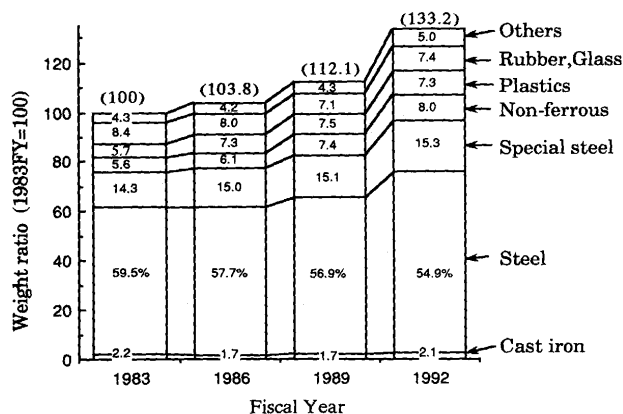


Fig. 8.19. Annual change of the ratio of raw materials used for passenger cars.

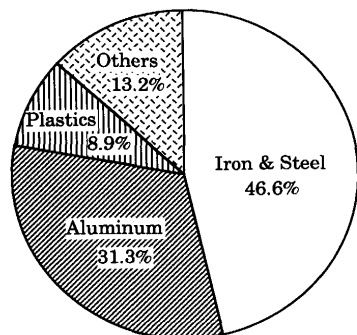


Fig. 8.20. Ratio of raw materials used in Honda NSX.

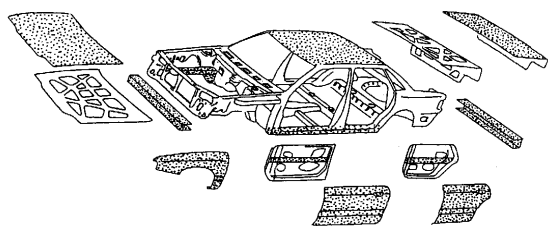


Fig. 8.21. High strength steel sheets used in automobile body (hatched portion).

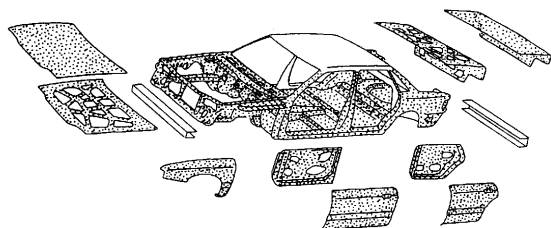


Fig. 8.22. Surface treated steel sheets used in automobile body (hatched portion).

ここでは鉄系材料の比率が50%を割り、鉄鋼関係者を大いに慌てさせて話題となった。この傾向は一部の限定車の問題と看過できず、鉄鋼材料の研究開発者にこれらの競合材料を強く意識させることとなった。

(b) 自動車用鉄鋼材料開発の動向

この10年間を省みて、少なくともその前半において自動車用鋼材開発の方向に大きな影響を与えたキーワードとしてCAFE (Corporational Average of Fuel Economy) 法案があった。これは燃費規制に関する米国の法案であったが、本国以上に日本の鋼材開発者に与えた影響が大きかったことは皮肉であったといえる。いずれにせよ、自動車の軽量化は燃費改善、排ガス規制などへの有効な対策である。さらに安全対策、快適性への要求による装備品の増加などは軽量化と相反する動きであり、これらによる重量増を車体の軽量化で吸収しようとする要求が強くなり、各部位を構成する鉄鋼材料の高強度化へのニーズとして反映された。しかし、要求される強度レベルや考え方は自動車の部位により異なっている。以下に、主要部材用鋼材の開発の大きな流れを概観する。

(i) ボディー、シャーシ部材用鋼材

Fig. 8.21, 8.22 はそれぞれ、ホワイトボディーにおける高

強度鋼板および表面処理鋼板の使用部位を示す。これらの部材に使用される鋼材としてはボディーには冷延鋼板が、シャーシには熱延鋼板が主に用いられる。これらの鋼板においても開発の狙いは高強度化のものが多かったが、ある意味ではすでに高強度化は限界に近づいている感もあり、従来の強度を保ちつつ、加工性やその他の特性を付加する開発が指向された。またボディー部材ではトータルコスト低減を目的として、従来部位ごとに成形した後、接合などにより組み合わせていた工程を一体成形する動きもあり、種々の加工性をバランスよく兼ね備えた鋼板が要求された。

これらの中で、超深絞り用軟鋼板であるIF (Interstitial Free) 鋼板においては、製鋼技術の進歩と相俟って含有C量がさらに低くなり、 r 値の一段の向上につながった。また、高い r 値とともに450 MPa程度の強度を持つ高強度IF鋼や、BH性を兼ね備えたIF鋼などの開発が行われた。また、四半世紀も前にZackayにより提唱され注目を集めたTRIP (Transformation Induced Plasticity) 効果を実用化に結び付けた残留オーステナイト鋼板の開発も話題の一つといえる。

表面処理鋼板ではコスト面も含めて適正化の見直しの段階に入ったとみられる。また、Cu, Pなどを添加し母材そのものの耐食性を上げた母材耐食鋼板などの開発も行われた。

特に安全性に関連して、バンパーレイフォースメントやドアガードバーなどの用途に1,470 MPaにも及ぶ超高張力鋼板が使用されるようになったことも特筆できる。

(ii) アンダーフロア、足廻り部材用鋼材

アンダーフロア部材では、ディスクホイールやフレームメンバー類には、主として熱延鋼板が使用されている。これらの鋼板では、高伸びタイプの490~780 MPa級の複合組織鋼板が実用化されるとともに、従来のフェライトとマルテンサイトのほかにベイナイトを導入させて伸びフランジ性(λ値)を改善させたものや、ベイナイト単相の490~580 MPa級高λ値鋼板が開発された。また、目新しいものとしてはCuを1.5%程度含有し、成形後550°C付近で短時間加熱を行うことにより200 MPa程度の強度上昇が得られる析出強化型の高強度鋼板も開発された。

条鋼類では機械構造用非調質鋼の鋼種、適用範囲が広がった。すなわち、V添加による析出強化を使った従来のフェライト・パーライト型のものから、フェライトの粒内核生成により組織を微細化した靱性改善型非調質鋼や、低Cベイナイトまたはマルテンサイト型の高強度・高靱性非調質鋼が開発され、用途もコンロッドなどのエンジン部品からさらに靱性が要求される足廻り部材であるナックルスピンドル、リヤスピンドル、ホイールハブなどにも拡大された。さらに、サスペンション類では1,000 MPaを超える懸架ばねや1,400 MPa級の重ね板ばねなどが開発され、軽量化に寄与した。また、自動車用鋼材の中で高強度化の先頭を走るタイヤ補強用のスチールコードでは、従来の2,840 MPa級に加えて3,300

MPa 級が実用化され、さらに 3,600 MPa 級の実用化研究、4,000 MPa 級の開発研究へと高強度化の限界への挑戦が続けられている。

(iii) エンジン、駆動、排気系部材用鋼材

エンジンの低燃費化、高出力化、CO₂ 低減に伴う排気温度の高温化などの動きを受けて、エンジン構成部材の開発が行われた。弁ばねは Si-Cr オイルテンパー線を基本として、耐へたり性、腐食疲労性の改善が行われ、2,060 MPa を超える高強度鋼が実用化された。さらに、コンロッドボルトやシリンダーヘッドボルトの高強度化の要求も強く、これに応じて JIS B1051 12.9 級 (1,200 MPa) の鋼が開発された。これらの高強度化についても限界に近づきつつあり、さらなる高強度化のためには遅れ破壊の問題を解決せねばならず、この観点からの基礎研究も行われた。

駆動系ではミッションギアの低騒音化と高出力化の要求に対して、焼入性の狭幅管理による熱処理歪みの低減と歯元疲労強度および歯面の耐ピッチング性の改善が行われ、疲労強度で 50% 以上の向上が得られている。

排気系材料に関しても、排気温度の 1,000°C 程度への上昇に対応してステンレス鋼の使用が拡大した。Fig. 8.23 は輸送機用途へのステンレス鋼の受注量の変化を示すが、自動車用への急増がこの傾向を示している。

(2) 主要鋼材の開発状況

自動車に用いられる鋼材のおおよその内訳は、鋼板類が約 60%、機械構造用鋼や線棒類が合わせて約 25% を占める。以下にこれらの主要鋼材の中から特に話題性の高いものについて、開発状況や開発の考え方などについて述べる。

(a) 冷延鋼板

(i) IF 鋼

プレス成形性の中でも、とりわけ重要な深絞り特性を重視する軟鋼系冷延鋼板として IF 鋼板がある。深絞り特性を示

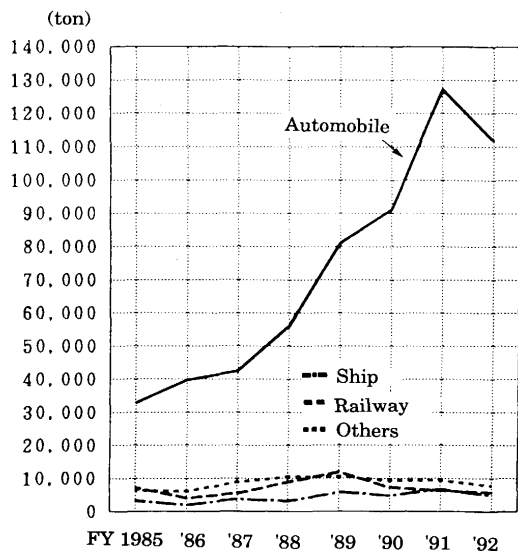


Fig. 8.23. Annual change of the tonnage of stainless steels used for transportation.

す r 値は焼鈍後の {111} 集合組織の集積度を上げることに より向上し、焼鈍前の固溶 C が低いほどよい。IF 鋼はこの知見をもとに、製鋼段階で C 含有量をできるだけ低くし、さらに残った C や N を Ti や Nb により炭窒化物として固定することにより実質的に固溶元素をなくすことを思想として、我が国で発明されたものである。この IF 鋼においても、この 10 年間にさらなる r 値の向上と他の特性の付与の進歩があった。最近では真空脱ガス技術により、C 含有量が 50~20 ppm となり、 r 値も 2.5~3.0 のものが報告されている。さらに IF 鋼でありながら、P 添加や Mn, Cr の増量による固溶体強化により引張強さで 450 MPa 級の高強度鋼が製造されるようになっている。また、IF 化に伴う本質的な難点である焼付け硬化 (BH) 性が小さいことに対しても、種々の開発が行われた。一つは Ti, Nb などの炭窒化物生成元素に対して原子当量比で 10 ppm 程度 C が過剰になるように製鋼段階で成分調整することである。もう一つは連続焼鈍時に高温域を通過させ、炭窒化物の一部を分解させて固溶 C を確保しようとするものであるが、いずれも高度の制御技術を要する。この目的に対するもう一つの方法として、連続焼鈍炉中で浸炭雰囲気を通すことにより外部から固溶 C を補う方法が研究段階ではあるが報告されている。

(ii) 熱処理強化型鋼板

前述の焼付け硬化は、塗装焼付け温度である 170°C 付近での時効硬化で、その硬化量も 50 MPa 程度である。これに対し本鋼は Cu を約 1.5% 含み、500~600°C で熱処理すれば ϵ -Cu の時効析出により 150~200 MPa の強化が得られるものである。この考え方を IF 鋼をベースにした冷延鋼板に適用し、出荷前に熱処理すれば 590 MPa 級の高 r 値・高強度冷延鋼板となる。またユーザで後熱処理を行うこととすれば、成形時には軟質で高い r 値を持ち、成形後簡単な熱処理で強化できる鋼板となる。また、熱延鋼板に適用すれば、部品成形後強化することにより、従来の軟窒化処理の省略鋼板として用いられる。

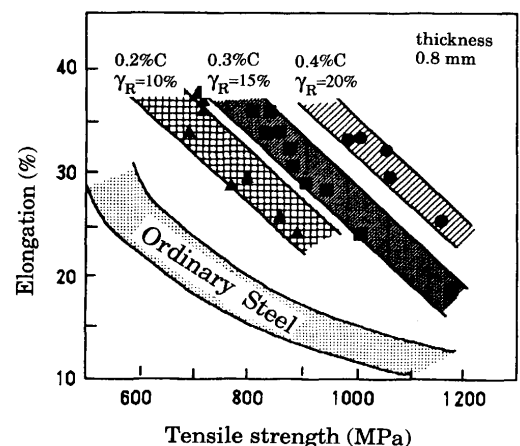


Fig. 8.24. Strength vs. elongation relations of retained-austenite steels as compared with ordinary steels.

(iii) 残留オーステナイト型鋼板

0.1~0.2%Cに1%以上のSi, Mnを添加し, Cの活量を上げ炭化物としての析出を阻止することにより, 体積率で10~20%のオーステナイトを残留させることを思想とした鋼が開発され, 冷延および熱延鋼板として製造されている。残留オーステナイトが存在すると, くびれ部に歪みが集中することを防ぐTRIP効果により極めて高い全伸びが得られる。この鋼はFig. 8.24に示すように引張強さと伸びの間に, 従来鋼ではみられない優れたバランスを示すが, 熱延鋼板として用いる場合に要求される穴拡がり性(λ 値)がかならずしもよくない。また, 冷延鋼板として用いる場合の r 値も特に高くはない。しかし, 誘起変態の起こりかたが変形様式により異なり, 縮みフランジ変形に比べ引張変形時にTRIP効果が強く働くため, 結果的には優れた深絞り性が得られるとの報告もある。

(iv) 超高強度鋼板

車の衝突安全性への社会的ニーズが高まり, バンパーレインフォースメントやドアガードバー用に1,000 MPaを超える鋼板の開発が行われた。特にドアガードバーについては電縫鋼管を用いたものでは1,470 MPaクラスまで実用化が進んでいる。これらの超高強度鋼については加工性の他に溶解性, 遅れ破壊特性も重要特性となり, 研究開発が行われている。

(v) 表面処理鋼板

すでにFig. 8.22でしたように, ホワイトボディーにおける表面処理鋼板の使用比率は70%を超えている。表面処理鋼板には電気めっき鋼板と溶融亜鉛めっき鋼板がある。電気めっき鋼板はめっき種としてはZn, Zn-Ni, Zn-Feなどがあり, さらに有機皮膜を施す場合もある。電気めっき処理では熱的影響はあまり入らないので, 原板である冷延鋼板の特性はほぼそのまま保持されると考えてよい。一方, 溶融亜鉛めっき鋼板では, 塗装性, 耐食性の向上を目的として450~550°Cに加熱する合金化処理が行われる。このため前述の冷延鋼板の開発に加えて, 合金化特性やめっき層の特性に及ぼす合金元素の制約を意識した開発が行われている。例えば深絞り用鋼板の高強度化に重要なSi, Pなどはめっきや合金化の遅滞の原因となり添加量が制限される。また, IF鋼に重要なTiもめっき層のパウダリングから制限がある。これらの制約条件をどのように他の合金元素でバランスさせるかについて, 多くの研究が行われてきた。

(b) 熱延鋼板

(i) 複合組織鋼板

一般にDual Phase鋼板と呼ばれるもので, 仕上圧延後 α/γ 2相域での滞留時間をかせぎ, α 相の析出と, 残った γ 相へのCの濃縮を図り, その後急冷により γ 部をマルテンサイトにするものである。この鋼は大部分を占める α 相で変形が起こるため比較的良好な全伸びを示し, またマルテンサイト生成時の体積膨張による歪みのためにその周辺に導入される可

動転位のため, 降伏強さが低く, 成形時の形状凍結性が優れていることも特徴である。しかし, 変形が進行すると硬さの差が大きいフェライトとマルテンサイトの界面に歪みが集中するために局部伸びは必ずしも良くなく, λ 値が低い難点がある。

(ii) 高伸びフランジ性鋼板

アンダーフロア部材でも, 曲げや張出し変形が主体のものでは全伸びが重要であるが, ホイールのハブ穴やボルト穴などの加工には伸びフランジ特性(穴拡がり性, λ 値)が重視される。前述した複合組織鋼において, 構成組織間の硬度差を小さくして λ 値を改善するために, マルテンサイトを焼もどしたのものや, ベイナイトを加えた三相の複合組織鋼などが開発されている。また, 応力集中源を細かく分散したベイナイト単相鋼も伸びフランジ性が高く, TS540 MPa級で λ 値150%以上, 780 MPa級で λ 値120~150%のものが開発されている。

(c) 機械構造用鋼

(i) 機械構造用非調質鋼

非調質鋼は従来0.4%C前後の中炭素鋼を用い, 熱間鍛造後焼入れ, 焼戻し(調質処理)をしていたものを, 熱間鍛造の余熱を利用して熱処理を省略しようとするものである。当初は, 調質省略による強度低下をV添加による析出強化で補った690~780 MPa級のフェライト・パーライト系の非調質鋼が開発され, クランクやコンロッドなどのエンジン部品を中心に適用されてきた。その後, MnSを微細分散させ, フェライトを粒内核生成させることにより組織を微細化した靱性重視型の690~780 MPa級のフェライト・パーライト系非調質鋼が製造されるようになり, 強度だけではなく靱性も要求される足廻りのアーム類などに適用された。非調質鋼は熱処理省略による省エネルギー効果だけではなく, 工程省略によるリードタイムの短縮や作業環境改善, 熱処理歪みの低減などの効果も大きく, さらに高強度, 高靱性が必要な部材にも適用を拡げる要望が高くなった。これに就いて, 0.05%C以下の極低碳素系と0.2%C程度の低碳素系のベイナイトまたはマルテンサイト非調質鋼が開発された。これらの鋼は熱間鍛造後加速冷却や焼戻しを必要とするものもあるが, 1,000 MPa以上の強度と常温靱性100 J/cm²以上の優れた特性を持ち, ナックルスピンドルやリアスピンドルなどのバイタルパーツに実用化されている。

さらに, 非調質鋼の被削性を改善する開発も行われた。すなわち非調質鋼を用いる部品の製造工程では, 機械加工の占めるコスト比率が高く, 被削性改善が要望され, これに対してPbやSを添加した快削性非調質鋼が開発され, 実用化された。

さらに, 非調質鋼ではないが超高強度鋼の用途として, コンロッドボルトやシリンダーヘッドボルトにおいても高強度化の要求は強く, 機械構造用クロム鋼を基本とした12.9級(1,200 MPa)が実用化されているが, さらなる高強度化のため

めには、遅れ破壊の問題を解決せねばならず、限界水素量と組織の関係などの観点から研究が進められている。

(ii) 歯車用鋼

ミッションギアに対する要求は、静粛性（低騒音化）と高出力に対応する高強度化（歯元曲げ疲労強度と歯面の耐ピッチング性の向上）である。低騒音化に対しては焼入れ性の狭幅管理などによる熱処理歪みの低減が行われた。また高強度化については、SCR や SCM 系の機械構造用肌焼鋼を基本に、Ni, Mo, Nb, B などの添加による母材強度、靱性の向上が検討された。歯車の特性には浸炭などの熱処理、ショットピーニングなどの表面加工の影響も大きくこれらの技術の開発も進んでいる。これらの中で、プラズマ浸炭による高濃度浸炭により、耐ピッチング性を改善しようとするものや、通常のガス浸炭でも処理サイクルを工夫することにより残留オーステナイト分布を最適化し、疲労強度を向上させるなどの興味ある報告もなされている。

(d) 線材類

(i) 弁ばね用鋼材

弁ばねは高速、高応力、高温下で用いられ、高い信頼性が要求される部材である。この高強度化はエンジンの高出力化に不可欠であり、特に疲労強度と耐へたり性の改善を目指して開発が行われた。弁ばね用鋼材としては現在 1,870 MPa 級（3.5 mm 径）の Si-Cr 鋼オイルテンパー線が主流であるが、さらに Mo, V の添加、ショットピーニングや浸炭窒化処理技術の改善などにより、2,060 MPa またはそれ以上の高強度鋼が実用化されている。弁ばねの強度が高くなると、非金属介在物や表面欠陥により疲労強度が大きく低下する。今後さらに高強度化を図るためには、鋼材そのものの開発とともに、超清浄鋼を得る精錬技術、表面欠陥を起こさない熱処理雰囲気制御技術など関連技術の進歩も期待される。

(ii) 懸架ばね用鋼

懸架ばねにはコイルばね、重ね板ばね、トーションバーなどがあるが、ここでは普通乗用車に多く使われているコイルばねについて述べる。懸架ばねに要求される特性は耐へたり性と疲労強度である。耐へたり性の向上は従来の Si-Mn 鋼に対して Si を高めること、さらに V の析出強化を利用した Si-Cr-V 鋼が開発され、最大設計せん断応力として 10 年前の 880 MPa から現在では 1,080 MPa クラスのものが実用化されている。さらに最近では腐食疲労強度の向上が要求され、低 C-Si-Mn-Ni-Cr-Mo-V-N 鋼や低 C-Si-Ni-Cr-Mo-V 鋼などの新鋼種が開発されつつある。

(iii) タイヤ補強用スチールコード

スチールコードは直径 0.2 mm 程度の細い鋼線を数本撚り合わせて、タイヤの補強材として用いられる。大量消費材として実用に供せられる鉄鋼材料のなかで、高強度化の先頭を走っているのがスチールコードである。現在レギュラー材（0.2 mmφ で 2,740 MPa）、ハイテン材（3,200 MPa）が主流であるが、スーパーハイテン材（3,650 MPa）が量産化の段階に

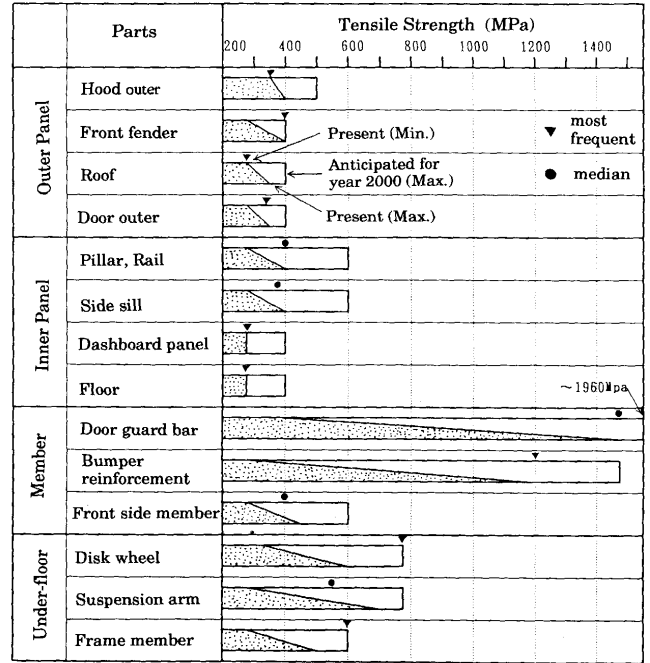


Fig. 8.25. Automobile parts strengths: Current and anticipated strength levels for the year 2000.

入っており、さらにウルトラハイテン材（4,000 MPa）の開発も進められている。スチールコード線材としては基本的には高炭素鋼線材が用いられており、従来の 0.7% C 鋼から C 量を過共析領域にまで高くすることや、Cr, Si の増量などでパテンティング強度を向上すること、冷間伸線限界を高めること、などによる強化が図られてきている。さらに、スチールコード製造時の断線は生産性を阻害するので厳しく制限されている。これらの開発には母材だけでなく、鋼中介在物や中心偏析、表面疵の低減などの製鋼や圧延要因も重要であり、トータルの技術としての開発が行われている。

(3) 鉄鋼材料開発の今後の展望

2 度にわたる石油ショックを経て、自動車の軽量化への強い要求に応じて自動車用鉄鋼材料は、高強度化の一途をたどってきたといってよい。しかし、ここへきて部材によっては高強度化の限界も見え始めており、またさらなる高強度化の意義も問い直されている。Fig. 8.25 は 1993 年 7 月に自動車技術会、材料部門委員会が日本の自動車メーカ 11 社を対象として実施したアンケート調査のうち、各部位の 2000 年における適用強度レベル予測に関する結果を示す。

各棒グラフのハッチ部の上辺と下辺はそれぞれ、現在適用されている最小および最大強度を示す。また、棒グラフの先端は 2000 年予測値の最も高かった値を示している。2000 年予測値となるとメーカー間の見方に差異が大きいため、主としてアンケートの最頻値（▼）または中央値（●）と現状の比較から展望した。

この結果を見ると、外板、内板における各部位や高強度部材、アンダーフロア部材とも、2000 年の強度予測レベルの最頻値は、現在実用化されている強度レベルを超えていな

い。この理由として、これらの部材に要求される重要特性である張り剛性や部材剛性は、ほぼヤング率と板厚で決まり、高強度化しても板厚低減の効果が期待できないためであると考えられる。ただし、ディスクホイールやフレーム・メンバー類などの一部では現状の強度レベルよりも100~200 MPa 高いレベルが予測されており、これらについては高強度化の余地が残されていると考えられる。なお、同じ自技会アンケートによると、ホワイトボディにおける高張力鋼板の使用比率は1983年の平均18.2%に対して1993年には25.7%となっており、使用比率は着実に伸びており、この傾向は今後も続くものと見られる。

以上のことをまとめると、これらの部材に関しては高強度化はほぼ限界にきているというのが自動車各社の大方の見方であるといえる。今後はむしろ、すでに開発されている高強度鋼板を、安価に、安定して製造することと、現状の強度を保ちながらプレス成形性やBH特性などの付加特性を改善する方向へと開発が進むものと考えられる。

一方、機械構造用鋼や棒鋼、線材に関しては上記のような系統的な調査結果がないが、これらの鋼材が使用される部品の軽量化は、単なる重量低減の直接効果だけではなく、慣性ロスやフリクションロスの低減を通じてエンジン効率の向上、ばね下重量の低減による燃費改善につながるものが多く、高強度化の要求は依然根強いといえる。弁ばねや懸架ばね、スチールコードなどがこの例である。また、エンジン廻りや足廻り部材においては加工費の占める割合が大きく、他の特性やトータルコストとのバランスにおける高強度化が追求されよう。熱処理省略鋼である非調質鋼において、さらに機械加工を考えた被削性の付与が進んでいることがこの例といえる。

排気系用鋼材においては、地球温暖化の問題から排ガス温度が1,000°C程度まで上がることが予測され、ステンレス鋼の使用がますます増えよう。排気マニフォールドやマフラー用にはフェライト系ステンレス鋼が主体となるが、高温強度や加工性と相俟って、耐高温酸化性、熱疲労や高温高サイクル疲労などの開発が進むものと考えられる。

最後に自動車を構成する材料に対するリサイクル性の問題も提起された。これはむしろプラスチック系の材料に対する問題が大きいですが、鉄鋼材料でも廃車解体時やリサイクルを考慮にいたれた材料開発が要求されよう。さらに再生材の特性に影響するP, Cu, Sn, Asなどの不純物元素や、再精錬時の環境問題となる可能性のあるZn, Pbなどの使用制限も重要な問題として突きつけられており、今後の課題となろう。

8.3.2 社会資本の充実と鉄鋼材料

社会資本はインフラの整備によって国民生活を豊かにし、地域の活力を再生産に結び付けていく基盤をなすものであり、住宅やビル、上下水道などの施設、旅客・物資の輸送設備、通信伝達関連設備、エネルギー創出・輸送・貯蔵設備、

治山・治水・国土開発などの諸施設など極めて広範囲にわたる。この中には他の項で記述されるものもあり、この項では1984年以降の建築、橋梁、鉄道、建設機械に使用される鉄鋼材料開発・実用の状況を述べることにする。

社会資本向けの需要は元来鉄鋼需要の主要分野をなしてきたが、この時期のこの分野の特徴は日本の貿易収支大幅黒字に伴う海外との経済摩擦対策のために内需拡大政策を閣議決定(1987年)して以来、鉄鋼需要拡大の意味で熱い期待が特に込められ、鋼材開発も盛んであったところにある。

この10年間に多数の大型プロジェクトが実現している。国土開発のための幹線道路・新幹線鉄道網整備に伴う本州四国間の長大橋、各地の湾岸橋・横断橋、ウォーターフロント利用の一つである人工島、人口・情報の都市集中に伴う地価高騰対策やインテリジェンス化のための高層ビル、国際空港、地下空間利用の地下鉄道網、地下道路網の建設などである。

一方、この10年間は経済性はもとより環境順応性(耐震性、耐火性、景観性など高意匠性、静粛性)と労働力不足や高齢化への対策(メンテナンスフリー、施工の容易化・省力化・自動化)とが強く求められてきた時期でもあった。

鉄鋼材料もこれらの動きに呼応してこの期に活発に開発・実用化された。

(1) 建築

狭い国土と人口の都市集中の上に、比較的永かった好調な経済時期の投資余力の増勢が重なり、地価が大幅に高騰した。このような時代背景のもと、ハイパービルディング(高さ1,000m級で数万人以上を収容できる超々高層建造物)構想を設計事務所、ゼネコン各社がこの期に華々しく提唱し、現実にはFig. 8.26のように日本の高層ビルの最高軒高は296mに達した。このような高層ビルや大スパン空間をもつビルが増え、①鋼板の厚手化要求、②その高強度化要求、③溶接性向上のさらなる要求、④巨大地震に遭遇しても倒壊し

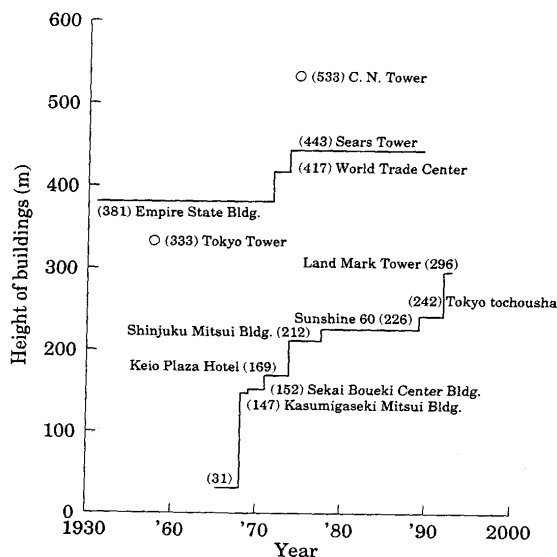


Fig. 8.26. Trends of high rise building.