

技 術 資 料

自動車用鋼に関する最近の問題

本 山 盛太郎*

Recent Problems on Automobile Steels.

Moritaro MOTOYAMA.

I. ま え が き

自動車の製造に使用される鋼材の種類はすこぶる多くおもなものを一応例記すれば構造用鋼としてのC棒鋼、鋼板類、鋼管類、線材などのように鋼種としてはC鋼に属するものと、構造用鋼としての合金鋼、バネ鋼、耐熱鋼、軸受鋼など鋼種としては合金鋼に属するものがある。これらの使用量を小型乗用車の一例について述べるとつぎのとおりである。

金属、非金属材料を加えた総使用重量の93%は金属材料であつて、このうち鋼板類は44%、構造用C棒鋼は6%、鋼管類その他(C鋼)7%、構造用合金棒鋼12%、バネ鋼3%、鋳物用材料23%、非鉄金属材料4%となつている。これらの諸材料はいずれも自動車にとって重要な材料であつて、いずれの一つがなくても自動車はできないのである。とくに鋼板類および構造用鋼としてのC棒鋼、合金棒鋼は自動車メーカーとして直接にプレスや鍛造、熱処理などの処理および切削加工などを行なつて使用しているから自動車メーカーにとってはもつとも関心の深いものである。そこでこれらの棒鋼、鋼板について現在の問題点につき述べることにする。

II. 自動車用構造用棒鋼

構造用棒鋼としてのC鋼および合金鋼はハダ焼用としてC0.2%程度の鋼を、また焼入、焼戻用としてC0.3~0.5%程度のものが多く使用されている。これらの各鋼種については現在自動工業会規格が会員自動車メーカー9社の協議により規定されている、それでこの規格制定の経緯および製鋼メーカーの意見、希望などに関連した問題点につき述べることにする。

1. 自動車工業会協定規格

まずこの規格制定の経緯につき述べる。少し話は古くなるが、終戦後わが国の自動車用鋼材は品質の低下がは

なはだしく、異材混入、表面および内部の欠陥などが多く、部品加工における歩留りの低下あるいは完成品のクレームが続出し自動車製造に支障を来たしたものであつた。それで自動車メーカーにとつて鋼材の品質向上は重大関心事となり戦後の自動車メーカーを主体とする自動車工業会において、この問題をとりあげ、自動車用鋼材品質向上対策委員会なるものが発足し、棒鋼に関する質の問題をとりあげた。これは戦後の質の低下を回復し、品質を向上することにより歩留りをあげ、多量生産方式の推進によつて車のコストを下げ、進んで海外市場に発展せんとする意欲にその源を発していたものであつた。しかしながら加工工程は複雑であり、自動車メーカーの設計、設備、加工方式の相違により従来はJISをもとにして各社独自の規格を制定し、統一された自動車鋼材としての要望とはならなかつた。しかし自動車工業会品質向上対策委員会の名において各会員会社一致して製鋼メーカーに対して要望をまとめ、さらに製鋼メーカーも積極的に協力して要望にそい、昭和28年にいたり第一回の協定規格が成立した。要望事項はつぎのような項目に大別して詳細を規定したものであつた。

- (1) 化学成分 主成分および不純物に関する規定
- (2) 寸法外観 一般鍛造材、アプセッター材および直接切削材につき、径、長さ、振り、曲り、真円度、角落ちおよび疵取り基準、疵の採用限度の規定
- (3) 造 性 試験方法および判定基準
- (4) 硬 度 圧延のまま、焼鈍後の硬度規定
- (5) 焼 入 性
- (6) 内 部 疵 三段削りの方法および判定規準
- (7) 非金属介在物清浄度と介在物および最大厚さ
- (8) 結晶粒度

* ニッサン自動車株式会社

(9) マクロおよびマイクロ組織

(10) その他

この規格の主旨は JIS の構造用鋼に準拠し自動車用鋼という観点から不備を補つたのもである。その後昭和 30 年、32 年に改正が行なわれ、とくに 32 年には自動車用鋼材の色別表示が追加規定され、さらに 34 年に改正され現在にいたつている。

これらの改正はすべて自動車工業における生産設備の近代化ならびに最近の加工技術に適合した鋼材の必要から改正されたものである。

(1) 昭和 34 年協定規格 昭和 34 年に改正された協定規格は自動車工業会技術委員会においてなされたものである。このおもな改正点は合金鋼の一部に H 鋼を規定したこと、焼入性試験方法は JIS に準拠することとしたこと、および非金属介在物試験における JIS 法の採用などである。

つぎにこれらの改正点および規格の主要点につき述べる。

1) H 鋼の規定 H 鋼の規定にあたりわれわれ自動車メーカーの考えを述べる。自動車メーカーは、従来鋼材の使用にあたり、均一性のあることを要望し、その一つのあらわれとして、鋼種の成分範囲のせまい規格を規定して来た、そしてその目的とするところは焼入性および機械的性質の均一なることであつた。しかるに鋼の焼入性は含有元素および結晶粒度などの総合的結果によつて定まるものである。またわれわれが現用している程度の低合金鋼においては硬度さえ同じであれば、機械的性質は鋼種によりあまり差がないともいわれている。とくに焼入焼戻した鋼においてそうであるので、この硬度を左右する鋼の焼入性が重要になつてくる。それで使用鋼種の選択あるいは納入鋼材の合否の決定には単に個々の成分のみならず、結晶粒なども考慮した総合的結果としての焼入性を主とした考え方をすることが、焼入硬度を均一にする立場からはより適切であると考えられる。もちろん焼入性としても成分および結晶粒度のみによつて定まるものでなく、その他製鋼上の要素も影響するものであろう。また使用鋼種の選択が焼入性のみによつて定まるべきものでないことはもちろんのことであるが、とにかく鋼の焼入性およびその均一性は鋼種選択上の大きな一つの要素と思われる。

さてわれわれは戦前および戦時中、とくに鋼材の納入検査の場合に成分が規格範囲より多少はずれたようなときには、一応丸棒のまま焼入試験を行なつて、所要の硬度が得られるか、あるいは焼割れが起るかどうかを試験

し合否を決定したものであつた。これは方法において不備な点、あるいは一般性を欠くことがあるようにしても根本の考え方としては、成分と焼入性との総合的な考え方によつていたものである。

終戦後米国の事情が漸次判明し、ジョミニーの一端焼入法による鋼の焼入性の測定法、あるいは H バンドによる焼入性の表示などの行なわれていることを知つたのである。もともとジョミニーの一端焼入法は戦前よりわが国に紹介されていたものであるが、当時はわれわれの調査研究の不足のために単に鋼種の相対的焼入性を示すもの程度に考えていたものである。しかるに終戦後の調査および研究により形状の異なる部品各部と H カーブとの関係を求めることなども漸次判明し、利用価値の大きなことを認識し各自動車メーカーにおいても各自それぞれ応用研究に努力したものであつた。

また自動車工業会としても鋼の焼入性に関しては数年来鋼材の品質向上対策の一環として関心を有していたものであり、このたび使用鋼種のバンドを決定し規格化せんとする気運になつたのである。しかし工業会のような性格のところにおいては、バンドを決定するにはいろいろのやり方があると思われる。まず第一に考えられることは、国家的にあるいは権威あるところで、すでに決定されたバンドのうちからわれわれが使用する鋼種のものを選ぶという態度がもつとも望ましいものと思われる。しかし残念なことに現在わが国においては、かかるものはいまだ定まつていない。また終戦後 H バンドあるいは焼入性につき一番関心をもつていたものは、自動車関係のわれわれであろうと思われる。それでわれわれが H バンドを決定しようとするのも、あながちですぎた態度とも思われず、むしろ積極的に実行すべきであるということになり自動車工業会材料部会の 33 年度の研究課題の一つとして取り上げたしだいである。

自動車工業会会員会社において使用されている鋼種のうち焼入性を考慮して使用されている鋼種は、まず Cr 鋼として $SCr_{22}(CR20)$, $SCr_4(CR40)$, $SCr_5(CR45)$ の 3 鋼種、Cr-Mo 鋼として $SCM21(CM15)$, $SCM22(CM20)$, $SCM1$, $SCM2$, $SCM3$, $SCM4(CM40)$, $SCM5(CM45)$ の 7 鋼種、Ni-Cr-Mo 鋼として、 $SNCM21(8620)$, $SNCM23(4320)$, $SNCM25$ の 3 鋼種、Ni-Cr 鋼として SNC , $SNC22$ の 2 鋼種の合計 15 種の多数になつている。これらの内比較的多くの会社で使用され、また量としても多量に使用されているものは、 $SCM4(CM40)$, $SCM5(CM45)$, $SCr_{22}(CR20)$, $SCr_4(CR40)$, $SNCM21(8620)$, $SNCM23(4320)$, $SCM22$

(CM20), および SCM3 の 8 鋼種であるので, これらの鋼種につき, まず Hバンドを求め H鋼を規定しようとした. これらの鋼種のうち SAE 規格に由来した SNCM21 および SNCM23 鋼については, われわれはもともと SAE の 8620, 4320 の成分をそのまま使用しているので, Hバンドも SAE の規格をそのまま使用することにした. また SCM4 については, 現在中止されている JIS 焼入性委員会の一年有余の調査研究の結果, SAE 4140 に相当するとの一応の結論があるので SCM4 の Hバンドとしては SAE 4140 のバンドを適用することとした. また SCM5(CM45) についても SAE 4145 のバンドを適用することとした. これは SCM5(CM45) は SCM4 と比較して単に C の含有量のみが高くほかの含有元素は同じであるから, SCM4 に対する考え方を SCM5 にも適用したためである. かくして実際に求めたバンドは SCr_{22} (CR20), SCr_4 (CR40), SCM22(CM20), SCM3 の 4 鋼種のバンドである.

これら 4 種のバンドを決定するにあたり, 試料のとりかたおよび集めかたがもつとも問題になった. それで一応会員会社において 33 年 1 月~10 月頃までに納入されたもので成分は規格内にあるものを一応 200 溶解だけ集めることとした. 鋼種によつてはこれに満たないものもあつた. また結晶粒度は細粒で Gc 6~8 のものであつた. これらの成分の規格内のバラツキ, および焼入後のジョミニ試験片各点における硬度分布を調らべ, 2α までの硬度範囲により一応 Hバンドをつくり, 各特殊鋼メーカーの意見および希望を入れて修正したものが協定規格の Hバンドである. 協定規格にはバンドと数値とを示しているが, われわれは数値を規格と考えバンドは便宜上の表示と考えている. また H鋼の成分としては SAE に由来した鋼は SAE の H鋼の成分そのままとし, 他の 4 鋼種については, 一般の SAE 鋼の成分の広がりを見参考として定められたものである.

なお Hバンドの規定にあたり採用した試料が適正なものであるかどうか, 測定に使用した硬度計が正しいかどうかなどの多くの問題がわれわれの間でも論じられ, また, 製鋼メーカーからの意見もあつたが, われわれとしては現在できる範囲において厳密にやつてバンドを規定した.

H鋼についてはバンドが一応標準となるものである. しかしバンドの運用にあつては實際上いろいろの問題がある. すなわち自動車メーカーとしてはバンドの中で特定点の硬度をさらに規定せざるを得ないようなこともあるであろう, がこの場合でも極端にせまい範囲には規定

しないようにすべきであろう. また鋼材使用者としてバンドの上部半分あるいは下部半分というような要求をすることがあるがこれなどは使用者として所要の硬度範囲がバンド内に入つてしまうような焼入性のある鋼種を選ぶべきであろう. そのほか規定のバンドの中間線に沿つて中の狭いバンドを要求するようなことが, 使用者としてないとはいえない. この場合には使用者と製造者との協定によるほかないであろう.

また H鋼の審議中に製鋼メーカーからの意見として述べられたことであるが, 鋼種の記号は各社において社内記号があり, その中には H記号を含むものもあり, 今回新たに鋼が規定されるとさらに鋼種の記号が増加し, 一般用と H鋼とが混同されるようになるから成分規格のものは JIS 記号を H鋼のものは JIS 記号に H を付したものに統一できれば好都合だとの意見があつた. これに関連してわれわれの意見として, SNCM21 および SNCM23 の両鋼種は戦後 JIS に規定されるときに SAE あるいは AISI の 8620 および 4320 鋼の相当鋼として, しかも成分範囲は多少 SAE よりも広く規定されている. しかしわれわれはこの種の鋼の主成分は SAE そのままを使用している. このたび H鋼を規定するにあたり SAE あるいは AISI の H鋼をそのまま適用して 8620H および 4320H としたものである. これらをもし JIS の記号によつて SNCM21H, SNCM23H とすれば SAE 規格より成分範囲の広い SNCM21 および SNCM23 よりなお広い H鋼という印象を与えるものと思われるからである. また製鋼メーカーとしては SNCM21, 8620 あるいは SNCM23, 4320 の成分がわずかに異なる鋼種となり不便で複雑であるので統一したいとの意見が多かつた.

2) 焼入性試験方法 焼入性の試験方法は JIS G0561 (1956) に準拠した方法で行なうことになつている. 協定規格と JIS との一番大きな違いは焼入温度の相異である. JIS では各鋼種の規格に決められている焼入温度範囲の中央値となつており, 協定規格は C% に応じて焼入温度が定められている. そこで調質鋼の場合には両者はあまり差がないが, ハダ焼鋼においては, JIS では 875°C となり, 協定規格では 925°C となる. この協定規格の焼入温度は SAE の規定によつたものであり, 従来自動車メーカーが実施した来たのはこの SAE 法である. これによると SAE の焼入性の資料もそのまま利用できる. なお JIS にも協定により任意の温度を選ぶようになっていっているのでわれわれのやり方にも JIS に準拠していないとはいきれない. 硬度の測定点は $25 \times 4 \times$

$n/16\text{mm}$ で行ないHバンドと照合するようになってい
る。ここに n は 1, 2…… というような整数であつてジ
ョミニ試験片の水冷端よりの位置をあらわしその距離
は $25.4 \times n/16\text{mm}$ である。すなわち硬度測定は JIS
によつていない。JIS によれば硬度測定点は水冷端より
5mm, 10mm, 15mm のように 5mm 間隔で行なうよ
うになるのでこれは少し広すぎる場合もある。

3) 非金属介在物 非金属介在物の試験は従来は旧学
振法により実施しその判定基準も清浄度として規定数値
が定められていた。この数値には確固たる根拠があつた
わけではなく、ただ外国車、とくに米国車の部品の実物よ
りの材質試験の結果大部分のものが規定の数値程度の値
を示したので一応この値を規定したのであつた。協定規
格からは JIS G 0555 (1956) によることとした。旧学
振法と JIS 法とはその相関性が明らかでなく、また無
理に相関性を求める必要もなさそうであり、また判定基
準の決定も容易なことではないと思われるので一応基準
は使用者と製造者との協定によることとした。

4) 成分規定 成分規定は JIS ではトリベ分析によ
ることになっているが、協定規格では製品で保証される
ようになっている。これに関しては協定規格の審議のと
きに許容変動の適用、分析の個人差、分析試料採取要領
などから考えて異論があつた。使用者としては成分の均
一性が定められた作業標準にもとづいて流れ作業を実施
するようきわめて重要であり、また納入検査で実施で
きるのもチェック分析のみであるので、チェック分析で
保証されることを要望し製造者もこれを了解された。し
かし今後H鋼と合せ考えて吟味の必要があろう。

5) C鋼について 協定規格のC鋼としては JIS G
3102 (1956) の機械構造用炭素棒鋼の規定によつてい
る。この規格のC成分の範囲は 0.1% となつている。
しかし使用者としては均一な焼入硬度をうる必要から、
とくに C% のせまい範囲のものを規定した。これによ
るとC範囲は 0.35~0.40%, 0.40~0.45% のような区
分になる。しかし最近ではこれは 0.33~0.38%, 0.38
~0.43% のように分けた方がよいという意見もあるので
今後の問題として吟味すべきであろう。

つぎにC鋼中に含有される不純物としての Ni, Cr,
Cu などの含有量について述べる。Cr および Cu は
JIS と同様それぞれ 0.2% 以下、0.3% 以下となつて
いる。Ni は JIS が 0.25% に対し 0.2% となつてお
り、かつ $\text{Ni} + \text{Cr} = 0.35\%$ 以下となつている。これら
の不純物は結局焼入性のバラツキ、とくに焼割れに影響
すること多く、焼割れはC含有量により異なるが、部品

形状の複雑なものでは 0.43% C 程度以上になると上
記の範囲内でもしばしば水冷のときに焼割れが起る。

6) 合金鋼について 協定規格の合金鋼は JIS に規
定されている Ni-Cr 鋼 (JIS G 4102, 1956), Ni-Cr-
Mo 鋼 (JIS G 4103, 1956) Cr 鋼 (JIS G 4104,
1956), Cr-Mo 鋼 (JIS G 4105, 1956) に規定された
鋼種にのつとつている。これらの鋼種の内 SNCM6,
SNCM7, SNCM8, SNCM9, SNCM21, SNCM22 の
ように終戦後米国の AISI, あるいは SAE の類似鋼と
して規定されたものの主要成分は JIS によらず SAE
によつていことはすでにH鋼のところでも述べたとおり
である。このことは製造者としては JIS, SAE の 2本
だてとなるので統一したいとの意見が多かつた。

つぎに不純物としての Cu は 0.3% 以下とし JIS の
0.35% より厳しくなり、また Ni はハダ焼鋼に対して
は 0.2% 以下、調質鋼に対しては 0.25% 以下となつ
て JIS の 0.3% よりややきびしくなつている。

7) 寸法公差 JIS の寸法公差は用途による区別を考
えていないが、協定規格には一般鍛造用、アプセッター
用、直接切削用とそれぞれ用途により規定されている。
そのうち一般鍛造用は JIS の $\pm 1.8\%$ に対して +2%,
-1% とほぼ近い公差の巾になつている。ほとんどすべ
ての製造者の製品が巾として 2% の内に入つているに
かかわらず、製造者によつて呼称寸法の+側へ偏つて公
差をとるところと、±振り分けによるところがあり、そ
の結果として規格の巾としての 3% となつたものであ
る。

8) 結晶粒 結晶粒の測定は JIS 0551 (1956) の浸
炭粒度試験方法によつて行ない、混粒をさけ Gc 6~8を
標準値としている。ハダ焼鋼の結晶粒に対してはガス浸
炭直後直接焼入を行なうようになってからとくに関心が
もたれるようになった。

9) 表面疵 地疵およびマクロ組織 表面疵に対して
は疵の名称を日本鉄鋼協会編の資料を採用し、採用限度、
疵取り基準などが規定されている。また地疵およびマク
ロ組織については、それぞれ JIS G 0566 (1956), JIS
G 0553 (1958) の方法によつているが、判定規準に対
しては鋼材使用者と製造者との協定によるとなつてい
る。

10) 色別表示 これは特殊鋼クラブ制定の色別表によ
ることになつているが、JIS に規定されない鋼種および
H鋼についても一応規定されている。

(2) 特殊鋼メーカーに対する希望 自動車用棒鋼と
しては生産方式、製造技術および性能に適合し、かつ価

格の低廉なることが重要な条件であつて、これらは製鋼メーカーの協力によつてはじめて達成されるものである。国産自動車は外車と伍して発展されて行くには一層の質的向上と価格の低下が急務であり、これには設計および生産技術の進歩向上を必要とすることは当然であるが、また鋼材のになうべき分野もきわめて大きいのである。これらいずれの場合でも、それぞれ加工に適し安定した鋼材が要求されている。今後われわれとしては結晶粒度、非金属介在物、地疵などについては合理的な判定基準を設けたいものである。そのためには結晶粒、非金属介在物などの鋼材におよぼす影響などを適確に知る必要がある。とくに静的動的の機械的性質におよぼす影響につき知る必要がある。

また結晶粒に関連しては鋼種そのもの吟味も必要であろう。特に歯車鋼として多く使用されているハダ焼鋼は浸炭のため高温に長時間さらされるので、結晶粒の粗大化が起る。これは鋼種による差があるから当然鋼種そのものの吟味も必要であろう。

これらの諸問題はわれわれ鋼材の使用者のみで解決できるものでなく、どうしても鋼材メーカーの援助、協力なくして達成されるものでない。否かか鋼材の基礎的な諸問題については製鋼メーカーが率先研究されわれわれにその結果を示してもらいたいのである。

2. 使用鋼の焼入性による吟味

規定鋼の焼入性が鋼種選択の一つの大きな要素と考えられ自工会（自動車工業会の略称）協定規格にもHバンドを決めた程である。それでこの焼入性の観点から現用の主なる鋼を吟味してみる。すでに述べたように使用鋼はC 0.4% 程度の調質鋼と、0.2% 程度のハダ焼鋼であるので一応これら二つに分けて述べることにする。

(1) 調質鋼の場合 C 0.4% 程度の鋼として CR40 (SCr4) CM40 (SCM4), SAE 8640, SAE 4340,

SAE 1340, SC40 などの各鋼のHカーブを図1に示す。これらのカーブは各鋼のバンドの中央値を示すカーブを示したものである。実際の部品については問題とする部品上の点がジョミニ試験の焼入端からの、

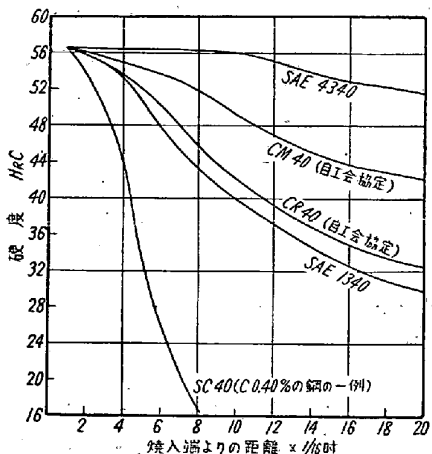


図1 調質鋼のHカーブ (中間値)

どの点に相当するかを知る必要がある。自動車部品に対しては焼入方法により差はあるが大体において14/16位までのところであろう。現用されている鋼のうちもつとも焼入性の低いものはC鋼である。図1の例に見るようにCR₄₀(SCr4)とSC40との差は他の鋼との差より大きく一部の人々によりSAE 1340程度の鋼が要求されているが現実にはCR₄₀のCを低くめにしてこれにかえられているようである。

またSAE 4340, CM40 (SCM4) は比較的肉厚の部品に、CR40 (SCr4) はうす肉の部品に使用されている。C鋼はジョミニ一端よりこの点に相当するところは焼入むらが多い。したがつてごく細い部品か、焼入硬度をあまり問題にしない部品に使用すべきである。

以上のように調質鋼の場合にはSC40鋼とSAE 4340との間をCM40(SCM4), CR40(SCr4)あるいはSAE 1340などで区分して使用すれば大体において十分であると思われる。この場合C%による組合わせも考慮すべきである。

(2) ハダ焼鋼の場合 ハダ焼鋼についても調質鋼

と同様に現用のおもなる鋼の中央値のカーブを示すと図2のとおりである。現用の鋼種ではSAE 4320, CM20 (SCM22) などが

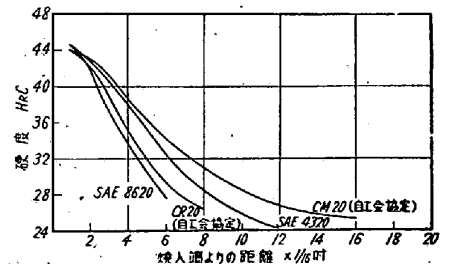


図2 ハダ焼鋼のHカーブ(中間値)

の低いものであるし、厚肉部品に対してはSAE 4320, CM20(SCM22)が使用され、そのほかにはCR20(SCr22) SAE 8620が使用されている。しかし現在では大型の車を製造している人々からは含NiのSAE 4320に匹敵した無Ni鋼の焼入性の良好な鋼種が要求されている。

図2よりわかるようにハダ焼鋼の場合には調質鋼に比し焼入性のせまい中の中で多くの鋼種が使用されていて調質鋼に比し複雑である。ただハダ焼鋼の場合には焼入後200°C程度の焼戻しによつて使用する機会が多いから硬度は焼入硬度と大差なくまた部品の内部硬度もとくに歯車の場合には吟味する必要があるので、調質鋼の場合よりは複雑になるものである。またハダ焼鋼の場合には浸炭などのために高温に長時間さらす必要があるので結晶粒の粗大化を十分考慮しまた焼入による変形なども調質鋼の場合以上によく考慮すべきであつて使用鋼種も複雑になる。

(3) 快削鋼 現在自動車製造工程中における切削

性は大きな問題である。とくに歯車の歯切りに対しては切削能率上また歯車の性能上とくに問題にされるものである。この問題を解決するには切削工具と被切削材および切削方法などいろいろ考慮すべき点が多いのであり、あながち被切削材だけの問題ではないのであるが、被切削性のよい快削鋼は一応注目されているものである。現在 JIS には数種の C 鋼の S 系快削鋼 (JIS G 4804, 1952) が規定されている。合金鋼の快削鋼については、二の鋼材メーカーでは Pb 系の快削鋼を研究し材質的な点において従来の該当鋼種に比し差がないので大いに使用すべきであると主張している。また二輪車メーカーなどにおいては比較的多く使用しているとのことである。しかし自動車メーカーにおいては材質上あるいは価格の点で考慮せざるを得ない。とくに重荷重下の歯車の耐久性あるいはピッチングなどの問題に対して懸念されることが多いものである。それで現在では Pb 系の快削鋼は試験的に使用されているにすぎない。しかし快削鋼の今後のなりゆきに対しては十分注目して行くべきものである。

このほかボロン鋼は元来合金元素の節約のため、ボロンを添加して鋼の焼入性をよくするために研究され発展したものであるが、わが国ではまだ規格化されたものはない。一部自動車メーカーにおいて試験的に使用されているにすぎない。この種の鋼の使用量の増減は他合金元素の入手の難易のいかにより大きく左右されるのであろう。

III. 自動車用鋼板

現在使用している自動車用鋼板は、熱延鋼板、冷延鋼板ともに製鉄メーカー各社の絶えざる技術的努力と多額の投資による設備の合理化とにより品質の向上がなされて来た。しかしわれわれ使用者としては現状の鋼板の品質に充分満足しているものではない。事実数年前よりは熱延鋼板では寸法公差、品質とも、また冷延鋼板では深絞り性などは向上した。従来は輸入によらざるを得なかつた広巾物の生産も各社の設備合理化計画の進歩とともに 33 年末より 34 年初めにかけて可能になつて来た。もちろん使用者として一方的にメーカーの技術的努力と設備

の合理化に期待するだけでなく、それぞれの立場で各社で生産される鋼板の現状品質に適した使用には日々努力して行くが貿易の自由化による国際競争に打ち勝ち国際水準における自動車産業として一層の発展をするためには益々鋼板に多くの要求をするようになると思われる。ここに鋼板について使用者およびメーカーともに解決せんとして努力している現在の問題点につき述べる。

1. 熱間圧延鋼板

従来われわれは熱間圧延鋼板については自動車工業会で軟鋼板、車輪用鋼板、フレーム用鋼板の 3 種について製鉄メーカー各社を対象に各社ごとに製造可能なものについて協定をして来た。もちろん 7~8 年前まではある社はプルオーバーある社はストリップと製造方式も異なり鉄鋼メーカー側としては 1 本化して 3 種類を一つの規格として協定することは無理があつたと思われる。しかし各社とも設備の合理化も多く進行し、大体標準的な設備が完成した今日ではわれわれ自工会の自動車用熱間圧延鋼板規格も各社とも容易に技術的に受入れられる状態であらうと思われる。

現在 JIS 規格には厚さ 3mm 未満の薄板としては熱間圧延薄鋼板あるいは帯鋼、3mm 以上の鋼板については一般構造用圧延鋼材としてそれぞれの規格はあるが、これらはいずれも自動車用鋼板としては到底われわれの要求を満足すべき規格ではない。このため昭和 32 年来より自動車工業会にて従来の協定規格を包含しかつ JIS 規格の不備を補う意味でいろいろ検討し製鉄メーカーと数度の審議により自動車用熱間圧延鋼板規格案を作成し各メーカーに説明しメーカーと協定すべく現在も審議中であるが近く協定できるものと考えている。

自動車用熱間圧延鋼板の種類および機械的性質は表 1 に示すとおりである。

これらの種類の主なる使用例をあげると、1 種は主として、クロスメンバー、ブラケットなど一般用に、2 種は主として車輪用に、3 種は主としてフレーム用および車輪用に、4 種は主としてフレーム用を使用されるものである。この中でとくに問題になるのはフレームとして多く使用される 4 種の ApH₄₅、3 種の ApH₄₁ である。

表 1 熱間圧延鋼板の機械的性質 (自工会案)

種類	記号	引張強さ (kg/mm ²)	降伏点 (kg/mm ²)	伸 び (%)											曲 げ 試 験	
				1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	4.5	6.0	(mm) 8.0以上	角 度	方 向	
1 種	ApH ₃₂	32	—	33	34	34	35	36	37	38	40	40	—	180°	内 側	
2 種	ApH ₃₈	38	—	22	33	33	34	35	36	36	37	37	—	〃	〃	
3 種	ApH ₄₁	41	26	31	32	32	33	34	35	35	36	36	(24)	〃	〃	
4 種	ApH ₄₅	45	31	29	30	30	31	32	33	33	34	34	(26)	〃	〃	

シャシーフレームは自動車の骨格をなすものであり、これが折損は非常な問題となるものであるがわが国のごとく道路条件が悪く、使用者側の過荷重で使用されるような状況のもとでは、強度的に十分耐久性を有するものでなければならぬことはもちろんであるが、同時に工作上必要な曲げや絞り加工が十分可能な機械的性質すなわち伸びをもつものでなければならぬ。フレームに使用される鋼板は熱間圧延鋼板としては多量に使用されるものであり、かつ加工工数も多いので鋼板の良否は計画生産に影響をおよぼす所が多い。強度とプレス成型性を両立せしめることはその形状により自ら限度のあることはもちろんであるが、加工技術と材料の品質とにより解決すべきことと思われる。過去のフレームのクレーム品について調査し試験した結果の一部と戦前のフレームに使用した鋼板を輸入した当時の試験成績の一例を比較すると表2のようになる。

表2 戦前の板とクレーム板との比較の一例

	引張強さ (kg/mm ²)	降伏点 (kg/mm ²)	伸び (%)	硬度 (HrB)
戦前のもの	51・0	35・1	36・0	79
クレーム品	37・0	27・0	34・5	54

以上述べたように引張強さ、降伏点は高いほどよく、しかもフレームを加工する点からいえば伸びが必要となるのでシビヤな材質を要求するわけである。また伸びについては従来の成績を統計的に検討すると下記のようなになる。すなわち伸び 32% のものは材料不良による加工不良率 5~7%、また伸び 36~37% のものは材料不良による加工不良率 1~2% となるのでこれらを総合してフレームに使用する鋼板としては ApH 45 の最低引張強さ 45 kg/mm²、伸びは 6・0mm、厚さで 34% は確保すべきで、将来は伸び 35% 以上を要望したい。

板厚についてはトラックは最近しだいに大型化しつつあり 8・0mm、12・0mm などの厚板を使用する車もあり、厚板の伸びについてもわれわれとしては充分満足する値を確保されることを希望する。

板厚の寸法精度については、板厚の不同は型の損傷あるいは破壊の原因となるとともにこれらの現象をさけるためにはあるいは板厚を選別してそれぞれの板厚に応じて型の調整を行なつてプレス加工をしなければならないなど、工数の増加をきたすものである、このためわれわれとしては ±5% の寸法公差を最低としてそれ以上の高精度のものを要望したい。

3種 ApH 41 は ApH 45 より若干強度は犠牲にしプレス加工性をねらつたもので ApH 45 同様フレーム

にも使用するものである。

つぎに 1種 ApH 32 は主として車台部品のハンガー類、ブラケット類に使用して居り、ある程度の絞り並びにかなり複雑な曲げ加工を伴う部品がかなりあつて、これら部品に使用される鋼板に対しては必要な伸びが要求されている。この種類の鋼板は冷間圧延鋼板ほど厳格な試験を実施していないため具体的な詳細のデータはないが不良品についての試験ではやはり伸び不足が多い。今後自動車は原価低減のためにこの種鋼板の使用は増加すると思われるので機械的性質がよく、寸法公差の少ないこの種鋼板の生産に大いに期待するものである。

2. 冷間圧延鋼板

自動車用冷間圧延鋼板は主としてボデーの大部、およびシャシー筐体の各部品に使用されるもので、自動車生産上重要な部分を占めその加工法はほとんど 100% プレス作業により成型されるものである。品質としては使用目的により異なり、ボデー外板のように深絞り性を要求されるとともに、美観上から良好な表面状況をとくに併せ要求されるものと、エンジンのオイルパンあるいは内板のように外部からは見えないため主として深絞り性だけ要求するものがある。それで深絞り用鋼板について従来よりのわれわれの主張および現在の問題点などにつき述べる。

(1) 自動車工業会の従来よりの主張点 品質向上のためわれわれは戦前はもちろん、戦後はとくに昭和26年頃より高級仕上鋼板、あるいは冷間圧延鋼板などと呼び名は変わつても製鉄メーカーに自動車用の磨き薄板は①設計上より要求される問題(少しでも軽く、かつ剛性をもたせるなど)、②プレス加工性より要求される問題(伸び、エリクセン値、曲げ、板厚許容差など)、③美観に対する要求や時効性に対する問題(ストレッチャーストレイン)など以上の諸問題を満足させるには外国鋼板、あるいは国内各社の鋼板の実績より考えて、伸び、エリクセン値については表3のような要望をもちあらゆる機会に強調してきた。

表3 従来よりの主張点

種類	伸び (%)		エリクセン値 厚1・0mm について
	0・6mm以上 1・6mm未満	1・6mm以上	
深絞り用	40以上	43以上	10・6
極深絞り用	43以上	46以上	11・0

これに対して、製鉄メーカーの鋼板に対する努力もこの冷延鋼板に大半を向けられたものと思われるほどであ

る。

(2) 昭和 31 年 JIS 規格改制にさいして 一方われわれとしては 31 年度の JIS 冷間圧延鋼板規格の改制にさいしては自動車メーカーとして、審議過程中に主張すべき点は徹底的に主張すべくいろいろ努力をしたが当時の情勢としては一業界だけでの主張のために JIS 制定をいたずらにのぼすことはよくないとの情勢判断のもとに一応 JIS 規格としての冷間圧延鋼板をつくることに協力した。併しわれわれとしてはあくまで JIS 解説にわれわれの主張、すなわちとくに問題となる深絞り用鋼の伸び%について、自動車用としてはプレス加工の歩留り向上はコスト低減に（とくに乗用車について）大きな影響をおよぼすのである。そこでわれわれとしてはプレス加工の歩留り向上に日夜努力しているが、製品もつぎつぎと極深絞りを要求されること多く、材料自体に要求される機械的性質益々高くなりつつある。そして JIS 31 年度改正規格は従来の規格よりは一段と飛躍しているがわれわれの主張よりははるかに下廻る結果になった。また SPC 3 の全生産量は自動車用と考えられたので外国鋼板の解析や、国内鋼板の現状をも考えてとくに伸びの 37%、40%、43% を強く要望することを述べたのである。

(3) 自動車工業会協定規格案 最近の自動車メーカーは各社ともとくに乗用車は国内においてはもちろん、海外への輸出により外国製乗用車との競争は益々激烈になるにつれ、スタイリングについてはプレス成型はより一層むずかしくなり加工度の厳しい深絞り加工が多くなりつつある。一方原価低減よりは従来 2 つに割ってプレス後溶接していたルーフなどは一枚の板より一度に成型するなど、鋼板に対する要求は苛酷となつて来ている。プレス成型性はもちろん鋼板の深絞り性のみならず、ポンチダイス、潤滑、あるいは加工方法の総合がプレス成績となるものである。このため自動車メーカーとしては一方的に製鉄側に品質向上を要求するだけでなく各社ともそれぞれ技術的検討、すなわちプレス型、しわ押え、潤滑油などは検討あるいは設計に当り現在のレベルの板に合せて設計し直すなど、あくまで経済を考えて努力はして来ているものである。一方原価低減を要求される現在の状況では一層歩留りの向上を要求されさらに一層シビアな品質の板が必要となりつつある状況である。現段階での自工会においては絞り加工性の程度によりつぎのごとく分類した案をもっている。すなわち①一般用、②絞り用、③深絞り用、④極深絞り用でこの中③④についてはストレッチャーストレインを除去するために非時効

性鋼板を別に決めている。また一般用は JIS の SPC 1 以上のものを寸法精度はもちろん軽度の絞り加工性をも期待するものである。絞り用は一般用よりはさらにより絞り性をもつものである。深絞り用は JIS の SPC 3 を上廻り深絞り用として加工後の肌荒れなどのないものであることが要求される。極深絞り用は前の深絞り用よりさらに複雑な絞りを要求する部品に適用されるものでアームコ級の板と同等の品質を欲しいための要求である。これらのほかにストレッチャーストレインの発生しないような非時効性鋼板は深絞り用、極深絞り用には必要である。

これら 4 種類のうち一般用と絞り用とは各社ともいずれも JIS 規格を上廻る品質のものを生産され現在とはとくに問題とすることもない。絞り用については一時はかなりの使用量があつたが最近是一般用の品質とくに絞り性がよくなつたことと原価低減より一般用を使用するようになり絞り用の使用量が大幅に減少して来た。

深絞り用は非時効性鋼板とともに各社とも自動車向鋼板として積極的に技術的向上を計り大いに努力はしているが、受入検査における不良の発生あるいはプレス加工成績不良率がロットごとにバラツキたりまだわれわれとしては満足してゐるものではない。またアームコ鋼板の輸入中止により現在では非時効性深絞り性鋼板に相当する広巾物を各社で生産しているが、アームコ鋼板と比較した場合表面状況その他は同等でもプレス加工にさいし、工程を増したり、しわ押えを加減する、あるいは潤滑油を一枚一枚塗布するなどの面倒を見たり、さらには手直工数の増加というように問題点は多くあると思われる。極深絞り用鋼板は、過去数年われわれはこの種鋼板の必要性を主張し JIS 制定のときも強く希望したのである。現在は鋼板に合せて設計したり工程を増したりして、ある程度プレス成型のときに面倒を見てはいるが、手直工数、工程の節減あるいは溶接工数減少のため外車のようにある程度難かしい絞り性のものを同時にプレスするなどのため益々この種鋼板の必要性は緊急のものとなつた。もちろん、現在の深絞り用鋼板を選別すればある程度このクラスの板も出るが、しかしわれわれとしては受入した鋼板を選別して使用することは工数もかかるとまた特殊寸法などでは引きあて部品の融通性もなくなるので極力避けたい。

リムド鋼の極深絞り性鋼板は、内板などで相当深く絞るものに使用されると思われるが、現在はメーカーの各社とで研究中と思われる。乗用車の原価低減は日増しに激しくなり、必要以上に工数をかけたり、品質過乗のもの

は極力さげねばならない。このため一日も早くこの種のものの出現を期待するものである。

また表面欠陥には鋼板の表面疵と、プレス加工後に表面欠陥となつて表われるものがある。表面疵の種類はいろいろあるが、いずれもプレス成型性に悪影響を与える。これらの疵が皆無なのはもつとも理想ではあるが、部品によつてはある程度許されるものもある。外板でとくに塗装の美観をうるさく要求されるものについては表面状況はとくに厳しく良好なものが要求される。加工後の表面欠陥としてはストレッチャーストレンあるいはオレンジピールの肌荒れなどこれらはいずれも塗装により修正困難なものでありかかる欠陥の発生しない板が強く要求される。

(4) 深絞り性試験法 われわれ鋼板を使用するのは、鋼板の選定にあたりプレス成型性に適した板を選ぶか否かがただちに製品の原価に影響することが大である。すなわちある部品をプレスするにあたり、成型性の劣る板を選べば、割れあるいはしわを発生し溶接あるいは手直し工数の増加、歩留りの低下をきたし、あるいは反対に品質過乗の鋼板は工数の減少あるいは歩留りの向上はあるがコスト的に割高になることは当然である。いずれも自動車の原価には悪い結果をもたらすこととなる。必然的にもつとも経済的な鋼板の選択をすべく数年来各社とも技術的な検討をしてきた。自工会の規格でも一応伸びあるいはエリクセン値をもつて鋼板の絞り性を表わす目安としてはいるが、これらの値が真に絞り性を表わすか否かでは今日は疑問とするところである。もちろん、伸び、エリクセン値、あるいはその他の試験が無視されてよいとはいわないが、これらの値をもつてプレス成型性を判定することはかなり無理があるように思われる。このため各社がここ数年来研究を始め製鉄メーカー各社の協力により強力に開発されたコニカルカップテストは現段階にはもつとも絞り性を表わすに適した試験方法と思われる。本試験方法は円錐形ダイスによるカップテストで超デュラルミン薄板の成型性をこの方法により試験した結果非常に有効なことが分り、その後数社でこの方法を鋼板に応用し、実際の加工成績との関係を検討した結果、前に述べた伸びあるいはエリクセン値などよりもつとも鋼板の深絞り性判定に有効なことが分つて来たものである。このため昭和 32 年春ユーザ、メーカー相談の結果コニカルカップテスト研究会を発足し 3 年有余にわたり各社の実験結果を持寄り本方法の実用性の検討を続けてきた結果一層深絞り性に対する判定に有効なことが立証されつつある状況である。とくに昭和 35 年

春パリで開られた International Deep Drawing Research Group (I.D.D.R.G.) の大会には福井航研所長、五弓東大教授その他の研究会代表が参加しコニカルカップテストについて積極的な啓もうをし多大の成果を収めてこられたことはこれからの鋼板の深絞り性判定に一つの新しいエボックをもたらすものと思われる。さらにこの試験方法は五弓教授により JIS の試験方法として近く制定される見通しとなつている。

3. その他の鋼板

最近の新製品としての二、三の鋼板について述べる。

(1) ビニール鋼板 ビニール鋼板は最近外車の一部に内板用としてこの種の鋼板が使用されており、わが国でも数社で研究試作され漸く生産されて来た。特色としては鋼板とビニールシートを接着剤により接着させたもので、従来の鋼板に塗装して美観を得たのがこの鋼板ではその必要がない。ある程度の絞り加工も可能でこれからの実用化についてはわれわれとしても充分検討する必要がある。すなわちプレス成型性、耐久性、耐候性、切断面よりの腐食、ビニール面破損の場合の修理法、溶接性（最近この鋼板のためのプロジェクト溶接機が完成した）などについて検討すべきと思われる。

(2) アルミナイズド鋼板 この種鋼板は耐熱耐食性がすぐれておりアームコでは鋼板として完成しており、日本の製鉄メーカーも研究中であり近き将来生産されると思われる。マフラーなどには良い成績をあげる。この鋼板もプレス成型性、溶接性は研究の必要がある。

(3) 耐食性高抗張力鋼板 最近技術提携などにより各社で研究中の鋼板で Cu, Cr, Ni, P などの特殊元素を多量に入れ、耐食性をもたせ、C は非常に低く溶接性を良好にしているもので、高抗張力鋼板と同程度の機械的性質をもちかつ錆による減量が少ないことは車輛の重量軽減などに適していると思われる。

(4) 亜鉛鉄板 これはとくに新しい製品ではないが近時道路事情、各地の気候状況により耐食性を要求されることがあり新たに自動車用として考えられて来たが、プレス成型性、あるいは成型後のメッキ層のはく離などに問題がなければある程度の需要はあるものと思われる。

IV. む す び

われわれ自動車メーカーとしてもつとも関心のある構造用棒鋼および熱延鋼板および冷延鋼板についての最近の問題について述べた。

棒鋼については現在の自工会協定規格制定の立場から

の問題点をあげたが、これらの中には製鋼メーカー側の問題と、設計、熱処理、加工などの自動車メーカー側の問題とがある。また自工会員会社において現在使用されている鋼種も多いのである。これらは製造される車種が異なりまた大きさも異なるのでこれにともなつて部品の形状大きさも異なるのであるから、それに適当なる鋼種が当然選択され、また従来よりの使用実績などにより多鋼種になることはやむを得ないところではある。しかし鋼種を統一して単純化することは価額にも影響することであるから、よく考慮吟味すべきことである。

そのほか鋼種記号の統一、全般的な鋼種の単純化など製鋼メーカー、使用者両方の問題、あるいは結晶粒度、非金属介在物などの鋼材におよぼす影響など基礎的な問題

など解決すべき問題は多いものである。

また熱間圧延鋼板のうちとくにフレーム用として使用されるものの強度と加工性とを併せ考えての伸びなども問題となり、また板厚寸法の精度もやはり現在の問題点である。

冷間圧延鋼板についてもつと大きな問題は深絞り用の鋼板であつて、われわれは現在の JIS の規格鋼板では満足できず深絞り用あるいは極深絞り用の鋼板が欲しいものである。

たお鋼板の絞り性の試験方法としてのコニカルカップテストの今後の発展に期待するものである。

(昭和 35 年 11 月寄稿)

(特許記事 188 ページよりつづく)

鉍石の流動床還元方法

特公・昭 35—7051 (公告・昭 35—6—14) 出願: 33—11—17, 優先権主張: 1957—11—21 (米), 発明者: ジャグディッシュ・チャンドラ・アガール, 出願人: ユナイテッド・ステーツ・スチール・コーポレーション

予熱せる還元ガスの上昇流は第 2 段階において、すでに部分的に還元せる微粒子を流動ならびに還元し、且第 2 段階よりの排出ガスの上昇流は第 1 段階において予熱せる微粒子を流動ならびに部分的に還元し、而も微粒子を流動するガスの抵抗は各段階よりの出口ガス速度における増加を起す傾向のある圧力低下を起す、第 1 段階において酸化鉄微粒子を殆ど FeO に直接還元し、しかる後第 2 段階において主として金属鉄に直接還元する方法において、第 2 段階よりの排出ガスの 4~30% を第 1 段階にはバイパスして二つの段階よりのガス出口速度を等しくすることを特徴とする。

酸素による鉄鉄の精錬方法

特公・昭 35—7052 (公告・昭 35—6—14) 出願: 34—4—25, 優先権: 1958—4—29 (ベルギー), 発明者: パウル・メツ, 出願人: アシエリー・レユニード・ブルバハ・アイヒ・ドゥランゲ・ソシエテ・アノニム

石灰を主成分とする細分物質を懸濁せしめて工業的に純粋な酸素を転炉の上部より熔融鉄鉄上に噴入し、鉄鉄を空気精錬により鋼に精製する方法にして、気体状または流体状の水を別個の管を用いて酸素と同時に、精錬中の熔融鉄鉄上の酸素が吹きつけられる部分に噴入することを特徴とする。

焼結給送材料の調合方法

特公・昭 35—7253 (公告・昭 35—6—17) 出願: 32—3—8, 優先権主張: 1956—4—19 (米), 発明者: トーマス・ロバート・シュアガー, 出願人: ユナイテッド・ステーツ・スチール・コーポレーション

鉍石、添加物、再循環物を引続いて移動するコンベヤに給送することと、鉍石と熱再循環物の給送割合を連続的に合計することと、この合計に応じて添加物の給送割合を連続的に比例させることを含む。

液状金属の混合装置

特公・昭 35—7254 (公告・昭 35—6—17) 出願: 32—1

—10, 優先権主張: 1956—1—11 (仏), 発明者: アンドレ・グレフ, 出願人: ソシエテ・テレクトロシミ・デレクタロメタルジ・エ・デ・アシエレ・エタレクトリク・デュジヌス

混合すべき生成部を含む取鍋を受け、且揚げるように作用する 2 個の揺架体を有し、そのおのおのは相応する軌道の間に配置され、さに前記揺架体を昇降する機構を、揺架体がその最低点にある場合に取鍋を揺架体に置かれまたは揺架体から取除かれるように取鍋を揺架体に接離するように動かす機構とを具え、前記軌道は各揺架体が高くなる時にこの揺架体で運搬された取鍋はその中の生成物を他の揺架体に置かれた取鍋中にこの後者の揺架体が最低位置に来た際注ぐように徐々に傾斜されるように形成されたことを特徴とする。

燐を含有する耐熱ジルコニウムおよびジルコニウム合金

特公・昭 35—7255 (公告・昭 35—5—17) 出願: 33—12—13, 出願人発明者: 高村仁一, 佐々木晴男

酸化被膜除去用半田鍍

特公・昭 35—7257 (公告・昭 35—6—17) 出願: 32—12—11, 出願人発明者: 深沢七郎, 深沢一治, 深沢正信
銅合金を鍍先として、それにニクロム線、コンスタンタン、鋼線等の耐熱耐摩耗性の細線を挿入または鑄込んだものを鍍先とする。

圧接部塑性変形制限器を用いる圧接法

特公・昭 35—7258 (公告・昭 35—6—17) 出願: 31—9—19, 発明者: 石井勇五郎, 出願人: 運輸大臣

ステンレス鋼または非鉄金属から一部の金属を取除く方法

特公・昭 35—7259 (公告・昭 35—6—17) 出願: 32—5—22, 優先権主張: 1956—5—23 (米), 発明者: グレン・ウォーカー・オイラー, ジョン・メイヤー II, 出願人: ユニオン・カーバイト・コーポレーション

ステンレス鋼または非鉄金属にアークおよびガス流を当てることにより、これら金属から一部の金属を切断しまたは取除く方法(省略)。

金属用連続式圧延機

特公・昭 35—7260 (公告・昭 35—6—17) 出願: 27—7—21, 出願人・発明者: 加瀬邦生