

© 1982 ISIJ



## 高強度薄鋼板と自動車車体成形技術の動向

吉田 清太\*

## Trends of High Strength Steel Sheets and Autobody Forming Techniques

Kiyota YOSHIDA

## まえがき

1979年代の後半から1981年の前半にかけて、欧米の鉄鋼や自動車などの関係者の訪日が相次いだ。また、1981年の春に東京で開催された、薄鋼板とその利用に関する二つの国際学会の会合には、12ヶ国から予定員数の150%の参加者があつた。これら外国からの訪問者の多くは、わが国の高強度薄鋼板とそれの自動車車体への実用化に関する現状と、この状態に至つた過程の分析を行い、各自国での関係事項の将来像を作ることが目的であつた。

わが国への来訪者の日程の相談や、国際会議の世話を通じ、また、筆者自身が1980年11月にGM研究所に招かれての討論ならびに1981年3月のASMでの招待講演などの仕事を消化する過程でも、わが国の高強度薄鋼板の自動車車体への実用化の動向、薄板特性ならびに成形技術などへの、世界的な関心の深まりを痛感させられた。

鉄鋼と自動車の先進国群である欧米でのこのような関心の深まりと調査結果が、それら各国の高強度薄鋼板とそれの自動車への応用にどのような姿で出現するかは非常に興味深い。それと同時に、わが国の高強度薄鋼板とその成形技術の将来のあり方を多角的な面から検討しつづける必要がある。

このような認識に基づいて、この特集号が企画されたのであろう。薄鋼板の歴史的な流れのなかで仕事を続けている研究者の一人として、鉄鋼と自動車のそれぞれの歴史的流れのどのような一面が、現在の高強度薄鋼板を出現させ今後の展開となるであろうかなどにつき、私見を要約する。

## 1. 鋼板類の強度変遷の流れとしての高強度薄鋼板

鉄鋼材料は、利用分野が多様で量的にも大きいため、各利用分野からの要求事項の満足とともに、各利用分野の将来像を予測し、将来材料としての特性をも準備しながら変革を遂げてきた。鋼板類もその変革の流れのなか

で、高強度化という自然な動きが生まれ、その動きは現在も続いている。この流れの例を、第二次大戦後のわが国の極薄鋼板のぶりきや造船用ならびにガスタンク用の厚板に求めるとつぎのごとくである。

すなわち、ぶりきの高強度化は昭和34年半ばから実用化された。すなわち、約34 kg/mm<sup>2</sup>の引張強さ中心材から、44 kg/mm<sup>2</sup>中心材への移行である。この高強度化への移行は、ぶりき原板の連続焼鈍設備の稼動と、成形技術の改善で達成された。その改善の主体は、鋼板の高強度化が二重巻締部に“しわ”の発生を伴いがちであることへの対策で、その対策技術は巻締ロールのプロフィル(図1参照)の変更であつた。最近のDI缶は、しごき絞りという成形法の適用で、一層の高強度化が図られており、DI缶の引張強度は50 kg/mm<sup>2</sup>以上になつている。このような高強度化は、ぶりきの板厚減少が目的で、最近の20年間で板厚は平均30%程度の減少となつている。

厚板の高強度化も、昭和34年来から昭和35年にかけて実現している。例えば造船用鋼板は引張強さ41 kg/mm<sup>2</sup>から50 kg/mm<sup>2</sup>へ、構構体用鋼板は45 kg/mm<sup>2</sup>から60 kg/mm<sup>2</sup>へとそれぞれ強化された。これら移行過程で、延性向上や溶接性とその信頼性に関する諸検討の成果が材質に組み込まれた。

冷延ならびに熱延の薄鋼板はその当時極薄板や厚板の流れとは逆に、引張強さは同一水準か低目の状態で低降伏点化の道をたどつた(図2)。

この流れ方向の違いは、製缶や造船などの産業と、電気機器や自動車の産業の歴史的な展開期の違いに依存している。すなわち、電気機器や自動車の産業がわが国の

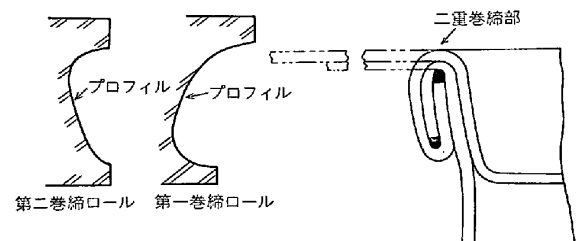


図1 食、飲用缶の二重巻締ロールのプロフィル

昭和56年11月26日受付 (Received Nov. 26, 1981) (依頼展望)

\* 理化学研究所 工博 (The Institute of Physical and Chemical Research, 2-1 Hirosawa Wako 351)

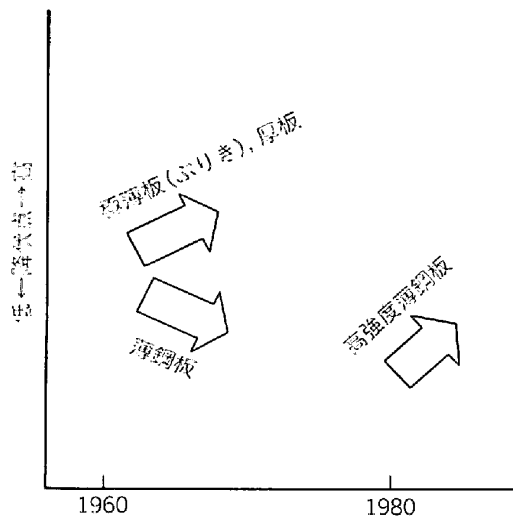


図 2 鋼板の強度(降伏点)の推移傾向

経済をささえ始めるのは、いわゆる 3C 時代 (クーラー、カラーテレビ、カー) が始まる昭和 35 年頃からである。しかも自動車産業は、この頃から急激な成長となり新鋭設備や新鋭工場の新設と稼働が相次いだ。

そのため、車体のプレス成形は高速で連続の多量生産の作業となり、そのような作業状態の安定性を確保することが重視され、まず材料特性の改善で作業の安定性を確保することになった。その改善の中心的対象となつた材料特性は“われ”対策としての  $r$  値の向上と“しわ”防止や“形状凍結性”対策としての降伏点低下であり、キルド鋼板の国産化、低降伏点リムド鋼板、コアキルド鋼板ならびに Ti 添加の超深絞り鋼板などが相次いで開発された。このようなプレス作業安定への材料特性の大きな寄与が約 20 年間続き、この期間内でプレス技術の改革が進み高強度薄鋼板の成形を可能ならしめる基盤もできた。このことが薄鋼板の強度的な将来への方向を鉄鋼材料の自然的な流れと併行させることになった。

この流れの併行化に当たつての、極薄板での連続焼鈍法や厚板での冶金学的蓄積などが果たした役割は非常に大きい。自動車産業では欧米より後進国であつたわが国で、欧米より先んじて、高成形性の高強度鋼板が出現し、その実車組み込みが始まつたのは、これら戦後の約 1/4 世紀にわたる鋼板の特性ならびに製造技術の開発とその蓄積にプレス成形技術の開発が組み合わせつた結果である。このような動きを作り出した直接の動機は、欧米とは違つた、きびしい自動車への社会的要請や規制であり、それらに対する自動車と鉄鋼の両業界の即応努力が推進力となつている。

## 2. 国産車を取り巻く環境と高強度薄鋼板

高強度薄鋼板の出現は、鋼板特性の自然的な流れの現象とはいえ、その実車への組み込み状況が国際的な注目を集めるほどに展開されているわが国の現状は、わが

国の自動車を取り巻く環境に、前述のごとく欧米のそれとは異なつた事情の存在が動機であり、また推進力ともなつているが、その事情の主な事項は、

1) わが国の排気ガス規制は世界でもつとも厳しく、かつ早期に実施され、今後も、もつとも厳しい規制が予定されている。

2) 騒音規制も、世界でもつとも厳しい規制が実施される。

3) 衝突による安全性や車体の破損に対してはもつとも厳しい米国の諸規制にも対応せねばならない。

4) 燃費向上対策としての車のサイズ縮小効果は、米国車ほどの顕著な期待はできない。

などである。このような事情のもとに、国産車を国際車として位置づけるのに重要な要素である低燃費性能を向上させるには、

- a) エンジンの性能向上、
- b) 駆動系動力伝達効率の向上、
- c) 走行空気抵抗の減少、
- d) 車輛重量の減少、

などの総合的対策の推進を必要とする。

a) や b) の項に関しては、計測技術の最近における著しい水準向上によつて、新しい知見が数多く見出され、既成概念が誤りであつたと思わせるほどの現象も見出され、それらが性能向上や効率向上に生かされるに至つた。すなわち、わが国が先導性をもつている自動車電子工学と新しい知見が結びつき、燃費向上に大きな貢献を果たしている。

高強度薄鋼板の自動車への適用は、d) の方策の一環としての対策で、車輛重量の約 50% を占める鋼板が対象となる。

前述の事情 1)、2) ならびに 3) の諸規制への対策は、一層の重量増を招くおそれがあり、それに対する余裕作りと、2) 項の衝突安全のための車体強度の向上などを d) の軽量化とともに達成しうる経済的材料として、必然的に求められる材料が高強度薄鋼板である。

a) から d) に示す総合対策の展開は、相乗効果を大きく期待するものであり、たとえ、数 kg の車輛重量の軽減でも重要視されていることが、高強度薄鋼板の実車への適用を推進している活動力である。このことは、今後の国際的な小型車競争の時代を迎えるに当たつて、欧米で言われているような、“数 kg の車輛重量軽減は高強度鋼板やその成形技術の開発を進める力として弱い”という見方とは非常に異なつている。いずれの考え方が良いかは、今後の車の機能、車体の強度や寿命などで評価されようが、薄鋼板と車体生産の全体の経済性からも評価がなされよう。

## 3. 成形技術の流れと高強度薄鋼板

特殊な場合以外は、一般的に材料品種と加工技術は図

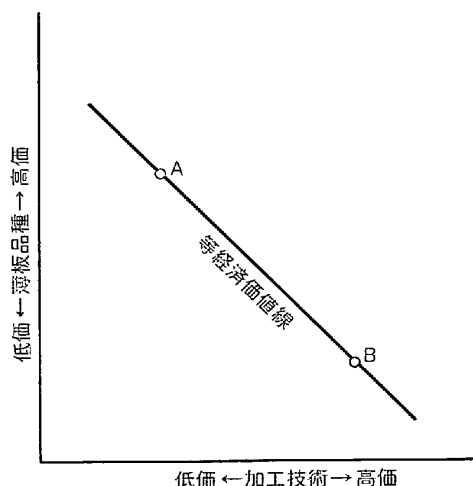


図 3 薄板品種(特性)と加工技術で定まる等経済価値線の例

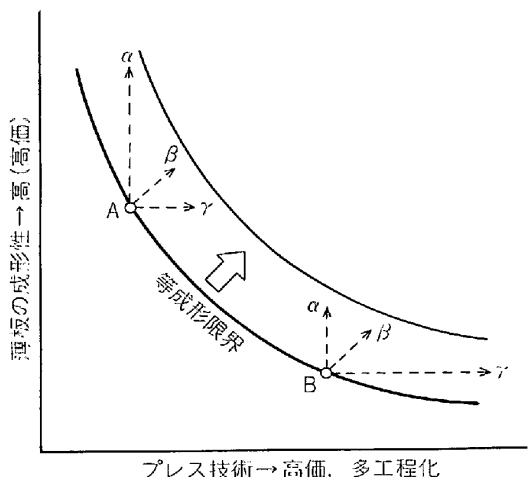


図 4 等成形限に対する成形性と成形技術の相補的關係

3に示すとき等経済価値線上で結合し、AあるいはBのいずれの組み合わせを用いるかは、対象とする加工品の月間生産量や予定される総生産量、加工技術と設備ならびに作業の形態などに依存する。加工技術としては、プレス成形、接合のためのアークならびにスポット溶接、耐食ならびに色彩のための表面処理などがあるが、図3の關係は薄板の成形部門で明確な意識として使われる。その場合は、図3は図4と同時に用いられる。すなわち図4のA、Bのいずれの組み合わせを用いるか、また成形難易度の難度上昇に対して、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ のいずれの方向を採用するかは、図3の關係で定められる。

この図3と図4の併用の潜在的意識は、プレス技術の経済性の向上を、

- 1) 高級材から一般材への移行、
  - 2) 成形における材料歩留りの向上、
  - 3) 成形品の手直し工数の減少や廃止、
  - 4) プレス作業での不良率の減少、
- などで行いながら、1960年以來のプレス技術は変革を

遂げてきた。プレス作業でのこのような経済性向上の手法の開発とともに、車体全体の生産性を図るためプレス成形品の寸法や形状の精度向上も図る必要がある。すなわち、これら精度向上は

- a) 接合工程の合理化ならびに自動化、
- b) 接合部の信頼性向上、
- c) 総合的な車体品質の向上、

などのためである。

薄鋼板特性の向上にささえられて、形状と寸法の精度向上をプレス成形技術の最大の命題として、成形技術の開発を行ってきた成果が、高強度鋼板の成形技術に大きく生かされ、高強度薄鋼板の実車への組み込みを可能にした大きな技術的要因である。

その技術の基盤は、破断回避技術の外に、型へ素板をよくなじませる技術と、なじんだ形状をできるだけそのまま凍結させる技術から構成する考え方である。たとえば図5に示す円筒状の成形では、ポンチ底に素板をなじませるのは、ポンチ進行方向とは逆方向からの力の付加がなければ不可能に近い。さらにポンチを抜いたあとも円筒底を平坦に保つには、ポンチ角半径部のスプリングバックも無くさねばならない。

車体の構成部材のごとき大寸法異形体の成形では、図5のような素板のたわみだけでなく、不均一な引張状態で誘起する圧縮応力ならびにせん断応力で板が座屈し、いわゆる“しわ”ができる(図6参照)。この場合のなじみ制御技術は

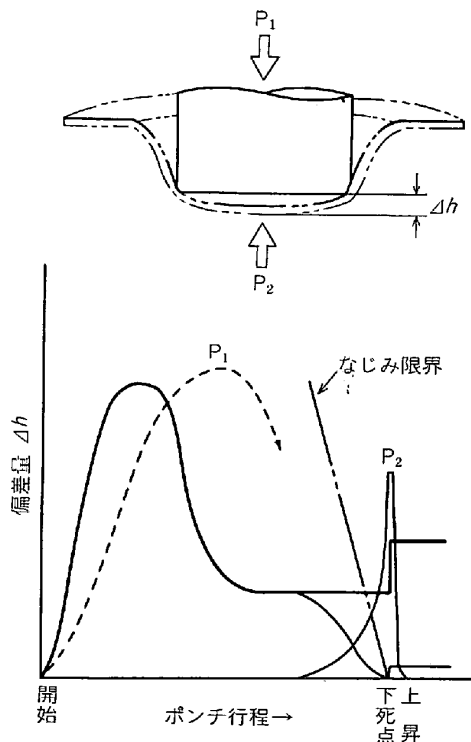


図 5 円筒の深絞りにおける容器底部のポンチ底へのなじみ挙動の例

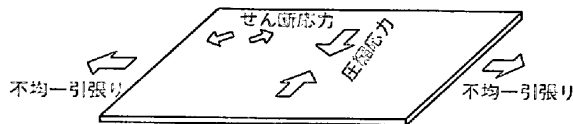


図 6 不均一引張りで誘起する圧縮応力やせん断応力の例

- a) 不均一引張状態の緩和,
- b) 誘起する圧縮やせん断の応力を減少させる二軸引張状態への移行,

c) できた“しわ”が消えるような材料の移動, などとなる. このようななじみ制御技術の行使は, さらに, 離型後変形部の弾性回復によつて板がたわんだり, 座屈することなく, 形状が凍結されることも考慮されねばならない. この形状の凍結精度を向上させるには図 5 の対向圧を大きくすることも, 形状凍結技術のひとつである.

すでに常識とされるほどに一般化された破断回避技術と, これらのなじみ制御と形状凍結などが組み合わさつたのがプレス技術であるとして, 技術の再構築や展開をわが国では 1960 年初期から始めた. その成果は, 1960 年以来の車体の生産性と品質などの向上からも知ることができる.

この新しい認識に基づく成形技術の展開を可能ならしめた最大の要因は前述のごとく, 1950年代後期から1960年代の初期にかけての各種薄鋼板の開発ならびに, 1960年代後半における超深絞り鋼板などの特性向上である.

このような成形技術と鋼板特性の向上ならびに車体設計の合理化などの結合で, 1970 年代になると

- 1) プレス成形における材料歩留りは 65% を容易に達成できるようになった.
- 2) 成形における表面形状不良に基づく手直し作業は皆無に近くなった.
- 3) プレス作業や後工程で生ずる欠陥による板の廃却率は 1% 以下になった.

などの成果を生んだ. これらの成果を維持することを前提にしながら成形技術が高強度薄鋼板の成形を開始することになった.

すなわち 1972 年から, 自動車各社での高強度鋼板の必要性の予測と成形の試行が始まり, その結果に基づいた新しい高強度鋼板の必要特性の分析ならびに開発が行われ, 新高強度鋼板の実車への組み込みが 1978~1979 年にかけて各自動車会社で一斉に始まった.

実用化された高強度薄鋼板の強度水準は, 国際的に高い評価をうけている車体の生産性と品質を, 現状の車体生産技術と設備で確保できることが前提となつて定まつている. そして特性群は, 図 7 に示すごとく降伏点  $\sigma_y$  ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ),  $r$  値ならびに破断伸び  $\phi$  (%) で, それらと成形技術との対応も図 7 のように考えられている.

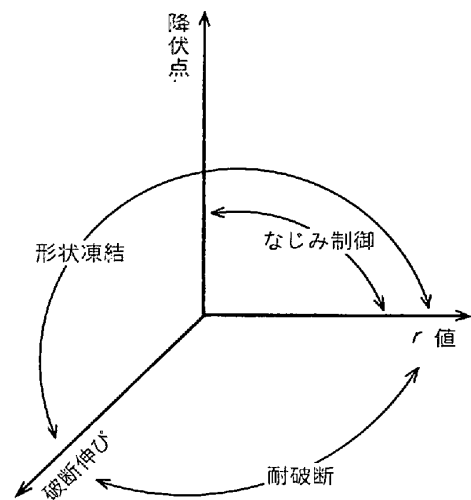


図 7 総合成形性を構成する主特性群と成形技術との対応例

#### 4. プレス成形技術の今後一単純化へ

ロールフォーミングなどの幾つかの薄板成形法がそれぞれの特徴を生かして, 高強度薄鋼板の成形に今後も用いられようが, 自動車車体の成形法の主体は, 成形形状と寸法の自由度が大きいことや, 量産性や経済性などにすぐれているなどの特徴から, 今後もプレス成形であることは変わるまい. プレス成形技術の今後の展開が,

- A) 自動車車体の形状や構造などの設計,
- B) 薄鋼板の力学的, 表面性状的な特性,

の動向と密接に結びつくことも, 従来と同じである. また, 成形技術の中心的命題も変わらないが, 高強度薄鋼板の総合成形性が普通強度薄鋼板のそれよりも低下するのは必然的なものであり, なじみ制御や形状凍結の技術が成形技術の主要な役割として一層強く意識される.

そのような成形技術の検討は

- 1) 普通強度鋼板の総合成形性の向上につれて, 1960年代中期から順次利用されなくなつた技術の見直し,
- 2) 型工作の NC 化による精度の向上を基盤に, 現在の技術による薄板の移動や変形の綿密な制御,
- 3) 新しい考え方や手法の開発,

などの立場から行われる. その検討結果はすでに各所で実用化の試行が進んでいるが, それら試行結果の生産技術化に際しては,

- A) 表面形状不良の無修正,
- B) プレス作業の自動化における次工程への中間成形物の自動送り込みや自動接合加工に必要な寸法精度の確保,
- 4) 薄板廃却率の 1% 以下の確保,
- 5) プレス成形の材料歩留りが 70% 近い,

などの現状が維持できるか否かによつて定まる. ただ, 材料歩留り 70% 近い達成は, 成形のための車体分割が比較的小分割で得られている成果である. この小分割方

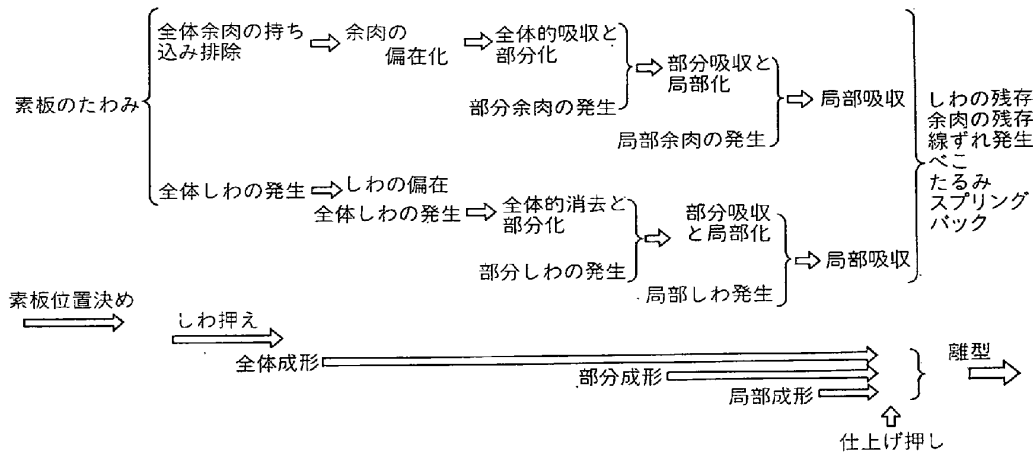


表 1 プレス成形のポンチ行程となじみや形状凍結挙動の関係

式は、各成形物ごとの必要材料特性の単純化も伴う。しかし、小分割は必然的に接合線の増大や接合点の増加を伴う好ましくない面をもっている。さらにこれら接合部からの錆発生や、外観上の不利などだけでなく、騒音対策上好ましくない面も有している。たとえば、サッシ付きドアよりも一体成形ドアが好まれるのは、騒音対策上からの見方も含まれている。

また、一体成形サイドパネルの各所での見直しは、骨格の組立や精度ならびに生産性などの観点からの有利性の再認識に基づいている。これら一体成形での、材料歩留りは一般に低下する。それゆえ、車体成形における材料歩留り 70% の目標は無理であり約 10 年前の 65% を目標にすることになる。また、一体成形用の薄鋼板に必要な材料特性は小分割物のそれより複雑となる。

材料歩留りに関しては、このように今後変わる可能性があるが、他の 1) ~ 4) 項は今後のプレス技術に対する必要条件群である。

そのため、今後のプレス技術の展開のために、プレス加工の初期から完了までの薄板の移動や変形などの挙動を、それらの制御方法や材料特性との対応で総合的に抽出し、検討がなされている。すなわち (表 1 参照)。

- イ) ダイフェース上に素板を位置つけたときの、板のたわみの大きさや状態、
- ロ) しわ押さえしたときの、それら大きさと状態の変化

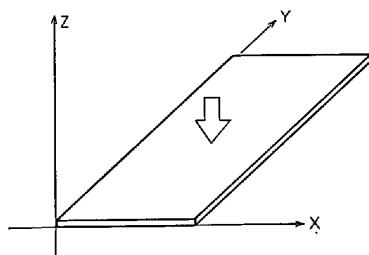


図 8 薄板成形における三軸

ハ) その変化した状況下で、ポンチが素板に接触を開始する場所とポンチの行程進行に伴う接触部や面の拡大と素板の変形や移動、

ニ) ダイ側成形の開始に伴う素板挙動の変化、

ホ) 成形行程の終期における仕上げ押し効果、

ヘ) さらに、成形工程につづく次工程での部分的ならびに局部的な形状や寸法の加工の分配や仕上げ工程、などの総合的な調査と検討である。

これらの検討やその結果に基づく試行の中心となるの

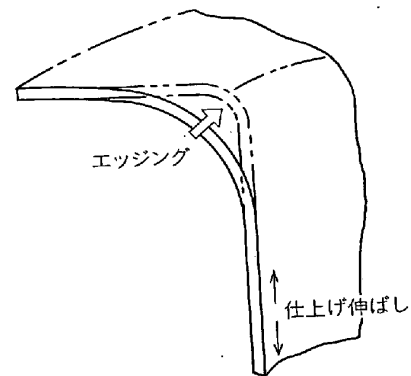
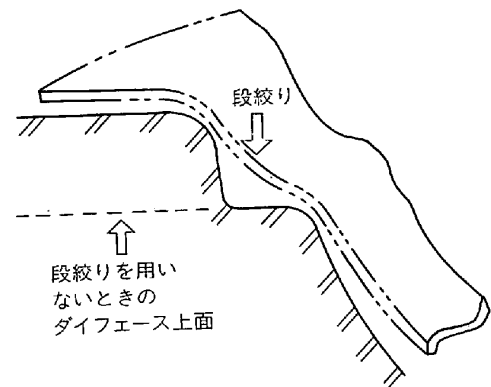


図 9 形状や寸法の仕上げ方法の例

は、製品設計の形状と寸法の自由を拡げ、薄板の成形性の高水準化への抑制や、材料特性変動の精度への影響回避などの点から、

A) 図 8 に示す板面内の X ならびに Y 方向の荷重の大きさや分布状態とそれらの時差制御

B) 形状や寸法の精度への板面加圧効果

C) 寸法精度確保のための仕上げ技術

などである。A) 項目については普通強度ならびに高強度の薄鋼板で最適条件の追求が進んでおり、今後のなじみ制御技術の基幹となるであろう。C) 項には過去利用され、薄鋼板の総合成形性の向上とともに見られなくなった、図 9 に示すごとき段絞り（成形工程への組み込み）やエッジングやリストライフと呼ばれている仕上げ工程の設定や次工程との組み合わせなどがあり、これらは典型的な形状凍結技術となる。B) 項は従来から曲げ部のスプリングバック対策技術として用いられているが、NC 加工による型の形状と寸法の精度向上で広い曲面部の任意な接触状態を作りうるので、今後プレス技術に主要な位置を占めるにちがいない。

このような事項についての実際作業での検討とともに、板への荷重条件や時差の効果ならびにそれらと材料特性の関係を求める実験法の開発も必要である。その 1 例を図 10 に示した。四角形や三角形の試片を用いて、図 8 に示す三軸方向の荷重条件により技術試験や材料試験が行える。

これらの諸検討とその技術化の外に、破断回避技術の検討も当然重要である。それは大変形の局部的集中をさけることが基盤で、製品設計、加工工程計画や型設計の場で一層定量的に取り扱われよう。この外に、破断力増大の考え方も A) や C) 項の利用には必要となる。

以上のごときプレス技術の全般的検討は、将来、プレス成形の対象となる薄鋼板の強度範囲の拡大に必ずや応ずるため、現状のプレス技術の分解と再編成の動きを作り出すであろう。すなわち、プレス技術の単純化とユニット化である。

その単純化とは、薄鋼板の型へのなじみ、破断回避、ならびに形状凍結などの要素技術の確立と、それらの技

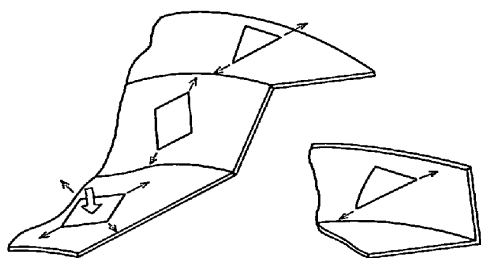


図10 板面外変位が自由、拘束ならびに加圧などを行って、四角形板や三角形板を対角方向に引張り薄板成形のシミュレーションを行う実験法

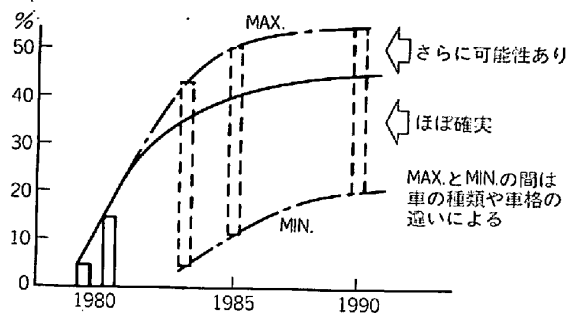


図11 高強度薄鋼板の自動車車体や部品への使用量の予測（車体重量比）（予測 1980）

術の単独の工程化である。それと同時に、より高級材を用うる複雑な形状の成形に、それら各要素技術をひとつのユニットとして単純な組み合わせ技術を用うることである。このことにより、過去 30 年間にわたる薄鋼板とプレス技術の相互開発で変遷してきた、極めて難解なそして高度ではあるが不安定なプレス技術は、ある種の薄鋼板特性との単相関的関係を強め、理解しやすい技術へと変革を遂げるであろう。このような変革が、外国産の薄鋼板や普通鋼板から高強度鋼板をも対象としうるプレス技術の確立に通ずる動きである。

## 5. 高強度薄鋼板の将来像のため

高強度薄鋼板の自動車車体や関係部品への適用は、新車の生産ごとに増しつづけている。現在は冷延鋼板中心であるが、熱延鋼板も近いうちに相当量の実車組み込みが始まろう。図 11 は、わが国の自動車に組み込まれる高強度薄鋼板の使用量の推移を 1980 年に予測したものであるが、現状はこの予測傾向にほぼ沿っている。

この現状は、自動車の車輛重量軽減と車体強度向上の社会的要請に自動車と鉄鋼の各産業界が共同で対応している姿であり、この社会的要請が将来消極化することはない。それゆえ、自動車車体から薄鋼板の高強度化への期待は続けられよう。

冷延高強度鋼板は、引張強さ約  $40 \text{ kg/mm}^2$  材までが内外板パネルに用いられている。外板パネル材は、完成車の耐デント性の観点からだけでなく、プレス加工、組み立て、組み付けなどの工場内作業に対する耐デント材としての認識が一層深まろう。この工場内作業で生ずるデントによる材料廃却率は、全使用量の 0.2% 以上 0.5% にも達する。成形の立場からは現状の外板曲面の形状精度を維持するために、なじみや形状凍結性にすぐれた材料であることが望まれる。これらの必要事項を満たす、外板パネル材の降伏点は  $30 \text{ kg/mm}^2$  まで望まれようが、実用的には加工硬化 (WH) や焼付け硬化 (BH) を数  $\text{kg/mm}^2$  程度期待しながら

[降伏点;  $25 \text{ kg/mm}^2$ , 引張強さ;  $45 \text{ kg/mm}^2$ ] が强度的な上限であろう。

しかし、内板パネルは強度部材としての役割が外板パネルより大きく、表面形状精度の厳しさが外板ほどでない場合は、

[降伏点；35 kg/mm<sup>2</sup>、引張強さ；60 kg/mm<sup>2</sup>]  
程度も望まれるが、実用的な強度の上限は、

[降伏点；30 kg/mm<sup>2</sup>、引張強さ；50 kg/mm<sup>2</sup>]  
であろう。

ナンバー類、バンパーならびにホイールも含めた運動伝達機構部材などの強度の上限はさらに高くなり 80 kg/mm<sup>2</sup> を実用化目標に検討されている。

この 80 kg/mm<sup>2</sup> 材を上限として検討されている部材の板厚は約 1.0 mm 以上 3.2 mm の範囲で、1.4 mm～2.0 mm は冷延の厚手材と熱延の薄手材が混在する板厚範囲である。この板厚範囲の熱延材の引張強さは、現在の 45 kg/mm<sup>2</sup> 中心が 60 kg/mm<sup>2</sup> 近くになることは、ほぼ確実である。トラックのシャシー類はさらに厚手の熱延材となるが、それらの引張強さも実用的には 60 kg/mm<sup>2</sup> が中心的強度となる。

これら高強度薄鋼板の強度水準を目標にしながらも、強度上限から、冷延材では 2～5 kg/mm<sup>2</sup>、熱延材では 5～10 kg/mm<sup>2</sup> 低い引張強度の薄板の利用が実用化されている。その実用化は取りあえず現在の成形技術と現有設備で行うという制約ならびに鋼板価格の上昇を極力押さえるため、低合金鋼とはいえ、Si、Mn などを主としたかなりの種類と量の成分を添加して成形性の向上が図られている。その結果は溶接性、車体の化成処理性ならびに屑板の再利用性（主として鋳物への利用）に難点を伴うに至っている。将来、高強度鋼板や表面処理鋼板の使用量の増加を考えると、これら難点からの添加成分の種類や量への総量の制約は厳しくなる状況下にある。

一方、現在の高強度薄鋼板の成形経験から、高強度化と成形における形状と寸法の精度との関係が求められ、それらの結果を製品設計へ反映させる準備がなされている。また前項 4 で述べた成形技術の今後の展開が進めば、現在の高強度薄鋼板はかなりの余裕をもつて成形しうようになろう。さらに、1950 年代後半から 1960 年代前半に用いられた。

#### [局部加熱，プレス潤滑油]

がプレス成形へ組み込まれれば高強度化に伴う延性の低下や  $r$  値や  $n$  値の減少を大幅に補いうるであろう。

材料の成分や量ならびに表面処理鋼板のめつき皮膜成分と量などについて指摘されている難点と新しい成形技術と製品設計の展開を組み合わせると、将来の高強度薄鋼板のあり方についての見解を得ることができる。

たとえば、成形技術や製品設計の新しい展開は鋼板の成形性低下を補いうるし、そうすればより低い成形性の高強度鋼板を実用化しうるであろう。そのための強化機構は結晶粒の形状や寸法ならびに圧延効果などに依存することが考えられ、回復焼鈍による降伏点や延性の調節も利用できよう。これらの鋼板の価格が現在の高強度薄鋼板価格より安く設定できる可能性を見ながら、自動車と鉄鋼の両方とも、将来の新しい高強度鋼板として、このような強化機構材の受け入れを考える時期であろう。

とくに、今後の熱延高強度鋼板の利用拡大に当たって、このような材料は注目されてよい。しかし、現在の冷延ならびに熱延の高強度薄鋼板が、新しい鋼板の出現によつて無用になるとは考えられない。長い歴史をもつ現在の普通強度鋼板のプレス成形の場でも、超深絞り用鋼板は緊急避難材として大きな役割を現在も果たしているが、このような役割を現在の高強度薄鋼板は将来受け持つようになろう。それなくしては、プレス技術の開発も、鋼板特性の変革も強力に進めることはできまい。

## む す び

薄鋼板とそのプレス成形に関する戦後のわが国の技術蓄積は、最近の数年間で、高成形性の冷延高強度鋼板を開発し、その自動車車体への実用化を世界にさきがけて展開している。今後は熱延高強度鋼板を対象に同様な努力が両業界で進められる状態に至つた。

この時点で、いま一度高強度鋼板と製品設計ならびにプレス成形技術との相補的關係を強め、新しい高強度薄鋼板を考え、その材料の成形技術も含め、わが国から国際社会へ提供することができればと願ひ、説苑的な展望を綴つた。