

リスクを最小にする製品開発の新戦略

—新しい鉄鋼技術に関するケーススタディ—

New Strategies for Risk Minimized Product Developments

—A Case Study Regarding New Steel Technologies—

Klaus-Peter Imlau

ThyssenKrupp Stahl AG
Senior Vice President, Center of Materials Excellence

1 はじめに

周知のように我々鉄鋼業界は長い伝統を持ち、業界における浮き沈みを経験してきた。そういう歴史を体験しても、変化を恐れたことは無い。我々の現在のそして将来の最大の課題は単なる材料メーカーからシステムサプライヤーになることである。これは特に、様々な課題の解決のために何十年にもわたり我々からの革新的な製品と技術が必要としてきた自動車業界について当てはまることである。多くの部門がそうであるように、革新的な製品を開発することは、かなりの投資を必要とするものである。

ThyssenKrupp Stahl (以下TKS) には革新的なものを開発する長い伝統がある (Fig.1)。我々のプロジェクトの中核的な課題は、リスクの最小化であり、我々と顧客の密接な協力関係がまさにそれにあたる。

2 製品開発の事例と基本的な進め方

革新的な製品の例には、100年以上前のことだがメルセデスで最初にプレス成形された鋼製のフレームがあり、1923

年の大型プレス機の開発、1975年のポルシェ向けフル亜鉛めっき鋼板製のボディ、1986年のテイラードブランクなどがある。TKSは革新的な製品を開発する上で常に顧客と共同で行ってきた。

現在の、二つの最新のプロジェクトは革新的な管状デザインのものである。一つ目はNewSteelBody (以下NSB) と呼ばれる24%の軽量化の可能性を伝えるもので、二つ目はThyssen Tailored Tubesとその生産プロセスの更なる開発である。いずれもNSBが量産可能であることが確認できるものである。

過去5年間にTKSは2億3千万ユーロ以上を革新的な開発に投資してきた。資金を効果的に使うためには、効率的な配分と管理の仕組みが必要である。そのため毎年開始し実施する数多くの製品開発プロジェクトに明確なパラメーターを適用している。これらの手段によりTKSは製品開発を綿密に管理し、リスクを最小化することが可能になる。

まず予算の管理が最初のステップであり、企業の経営陣が予算を主要領域 (key areas) に割り当てる第一段階が革新的な開発に決定的なインパクトを及ぼす。経営陣は顧客の将来の方向として認められた主要領域の候補を選ぶ。この戦略的な予算管理により開発リスクが最小化される。

我々の顧客である自動車産業から一つの例をとると、軽量構造の領域がある。軽量化は自動車メーカーが直面する中心的な課題である。TKSの経営陣はこの軽量構造を主要な領域として指定することにより戦略的方向を定めた。市場を集的に観察し、いろいろなトレンドを解析し、そして勿論ユーザーと接触した結果、主要領域が決定されるのである。

TKSは長年にわたって純粋な材料メーカーから自動車産業のシステムパートナーへの移行を遂げてきた。我々は材料ノウハウ以外にも専門知識を多く持っている。これらを駆使して我々の顧客が必要としている鋼の成形や、或いは問題となる部品の接合の技術を開発したりしている。そして最良の

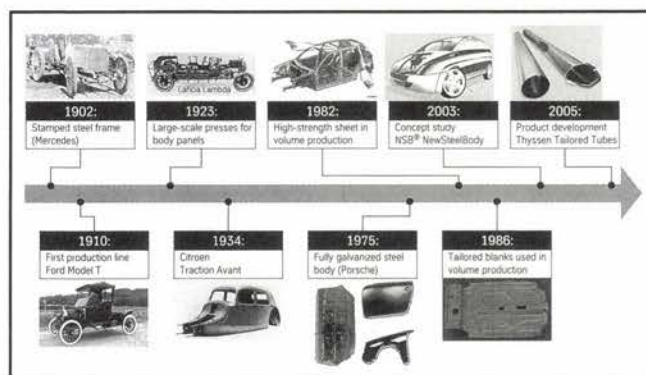


Fig.1 Innovative Product Development at ThyssenKrupp Stahl.

表面処理を選ぶノウハウも持っている。また、最近自動車技術を深く掘り下げることによって自動車のボディ構造を完全に、深く理解するという事も行った。この広範な知識を用い、鉄鋼製品の境界を超えて、自動車産業の顧客のために革新的な製品を開発することが可能となった。

3 自動車産業との新製品開発

自動車産業にとって軽量構造は主要な、また非常に優先的な領域であり、これからもそうであると予想される。自動車メーカーは、排出ガスが少なく燃費の良い一方で価格が高くなっているという大きなプレッシャーを感じている。この目標は、軽量化により達成することが可能である。しかしながら消費者は同時に快適さ、安全性も求めている。これらは、重量を重くすることに関わる項目である。自動車産業のパートナーとして、我々は、これらの非常に厳しい要件を満足するという事に長年工夫してきた。管状の部品を使い一つのソリューションの開発に成功した。これは自動車ボディのかんりの軽量化を可能にするものである。TKSにおける現在の具体的な製品開発の例である Thyssen Tailored Tubesを用いた管状デザインを使用し、リスクを最小化した製品開発の個々の段階を次に説明する (Fig.2)。

新製品や新技術の開発には、慎重な計画と手続きやプロセスの管理が必要である。我々は製品開発計画をもとに作業を行う。計画は個々の段階に分かれており、その各段階で開発の状況がチェックされる。これによって、製品開発の初期段階において潜在的なリスクを特定することができる。プロジェクトが成功裏に進行し、そして開発サイクルに沿ってマイルストーンを達成すると、さらに投資を行なう。マイルストーンは、製品開発のリスクを最小化するための主要なツールとなっている。Fig.3に示した開発プランはかなり単純化、簡素化されたものであるが、Thyssen Tailored Tubesの開発の作業フローと段階を示している。そして関連のプロセス技術についても示している。まず定義の段階から始める。

周知のように殆どの鋼製ボディは古典的なプレス成形と溶

接を用いて製造されている。サイドメンバーのような部品は、少なくとも二つのプレス成形品から構成される。左右のフランジで溶接された上部と下部のプレス成形品である。軽量構造を担当する技術者たちは代替策を捜すことを決めた。もっとも単純な解決法は先進的な材料を使うことであろう。先進的な高強度多相鋼を使用すれば、部品の厚みをかなり削減することが可能であり、十分な軽量化につながる。しかしながら当社の技術者はそれだけでは満足せず、Thyssen Tailored Tubesを広く使うことにより、より軽量化を行えるデザインの開発をすることでさらに一歩進めたかった。この主要な目的は、閉断面の使用により、古典的なプレス成形と比べさらなる部品の軽量化を達成することであった。部品数の削減と溶接の減少も目的とした。

Thyssen Tailored Tubesの開発というのは、Fig.4に示すように現在その三代目に入っている。第一世代のチューブは1ないしは複数の鋼板から作られており、長手方向の断面は同形状である。二世代目は、長手方向の形状が扇形に変化可能になった。そして第三世代は、長手方向の断面が様々に変えられる。この形状は一平面上ではもはや開発することができず、二次的な設計要素を含んでいる。第三世代はしたがってかなり広い性能幅を持ったものである。

製品開発の計画に戻る。定義の段階で目標と管状の軽量鋼

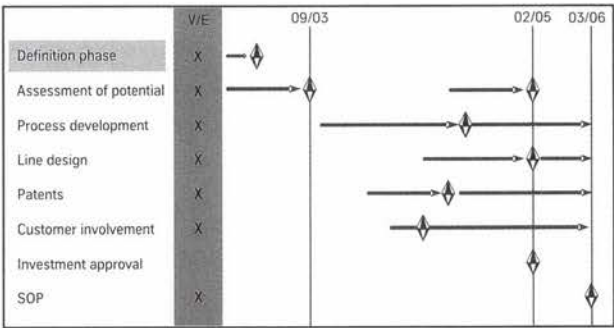


Fig.3 Product Development Plan (1st milestone).

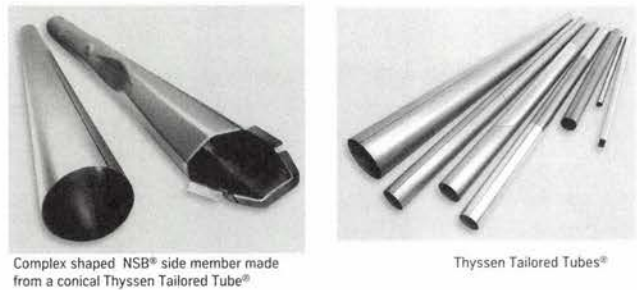


Fig.2 Risk-Minimized Product Development.

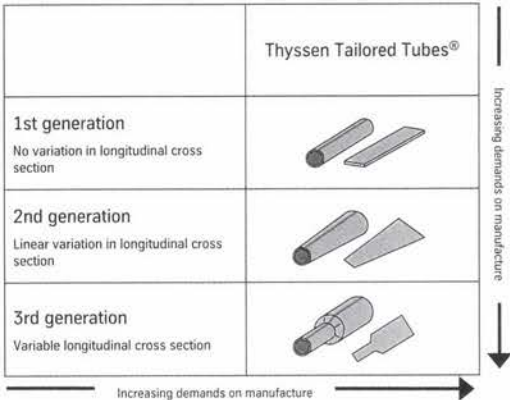


Fig.4 Three generations of Thyssen Tailored Tubes.

製デザインの適用可能性を確認したが、次の段階ではその実現可能性の評価が必要となった。そこで重要なのは必要なプロセス技術と、そしてラボおよびパイロットラインの設計であった。この実現可能性はあるプロジェクトをもとに評価された。ここでNSB、すなわちNewSteelBodyの概念について述べる (Fig.5)。

TKSの技術者チームは2年間、管状構造を多用して、従来のプレス成形と溶接を用いた製品に比べて、大幅に軽量な革新的鋼製ボディの開発にあたった。軽量化の可能性は革新的な管状の部品の使用を通じてのみならず、従来のプレス成形部品や先端の鋼材また新技術も使用して実現された。NSBは、コスト効率の高い軽量鋼製ボディの構造には薄肉の中空断面が重要であるということを明白に示した。NewSteelBodyでは、製造コストはほとんど増大させずに、ベンチマークの構造に比べて24%、すなわち75キロの軽量化に成功した。

軽量化の内訳を分析すると、軽量化の60%はチューブを用いた軽量デザインによるものであった。そして軽量化の23%は材料のコンセプトに由来するものである。すなわち、高度な多相鋼を活用することで得られた軽量化である。溶接のフランジを削減しただけでも、14%、すなわち10キロの削減に相当する。NewSteelBodyの概念は精査され、そして十分製造可能性があると認められた。

さて、NewSteelBodyのホワイトボディの46%は管形状によって構成されている。これは高度な多相鋼によって可能となる、薄肉デザインを体系的に活用したものである。この管形状の17%はハイドロフォームにより最適の閉断面を持つ部品に成形されている。この評価の一環として我々はNSBにおけるThyssen Tailored Tubeの真の軽量化の可能性を検証することができた。一例をあげる。プレスと溶接で作られたベンチマークのサイドメンバーと比べて円錐形のThyssen Tailored TubeからなるNSBのサイドメンバーは、エネルギー吸収で11%改善され、29%軽量化された。この改善の背景にはいくつかの要因がある。まずひとつは、使用

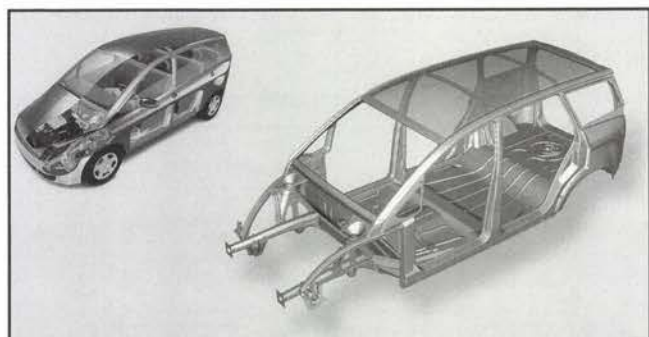


Fig.5 Indication of NSB (NewSteelBody).

された材料は700 MPa残留オーステナイト鋼であるため、材料の特別なマイクロ構造により造管し部品にハイドロフォーム成形した後も加工硬化分が有効である。この加工硬化分は、衝突時のエネルギー吸収に使用される。さらにサイドメンバーが円錐形をしているため、変形が進むと変形可能な材料が増えることになる、これはサイドメンバーが高いエネルギー吸収能を持ち、目標とした均一の変形を行なえることを意味している。

次にThyssen Tailored Tubesの製造、そして加工について述べる。NSBの開発の段階で、TKSの技術者はハイドロフォームングを利用しようと考えたのである。これをもってThyssen Tailored Tubesを完成部品にしようと考えた。この技術のメリットの一つは、材料が均一に分布され、そして成形も通常必要な複数の部品を必要とすることなく製造が可能となることである。NSBのプロジェクトの一環として技術者はその他のプロトタイプの技術を開発した (Fig.6)。

ここで特にカール (Curling) という技法を取り上げる。この技法をもってチューブをほとんど最終部品形状に製造することが可能である。カール技法のメリットのひとつは、部品製造工程の短縮にある。従来のプレス成形では2つのブランクが必要であり、その後溶接される。ハイドロフォームでも成形後の加工が複数必要である。しかし現在開発しているカール技法は、最終形状に近い形まで加工しながら、ひとつの加工過程しか必要としない。すなわち、機能関連のフランジ成形工程だけでよい。

経済効果も大きい。NSBのサイドメンバーをThyssen Tailored Tubesからハイドロフォームすると、従来のプレス成形部品の製造コストより11%高くなるが、カールを活用した場合、製造コスト増は半減する。TKSはコスト効率の高いプロセスを開発して、自動車メーカーが軽量の管状の鋼製デザインを魅力的なコストで利用できるようにしたいと考えている。カール技術を試験するために、まず研究所用の

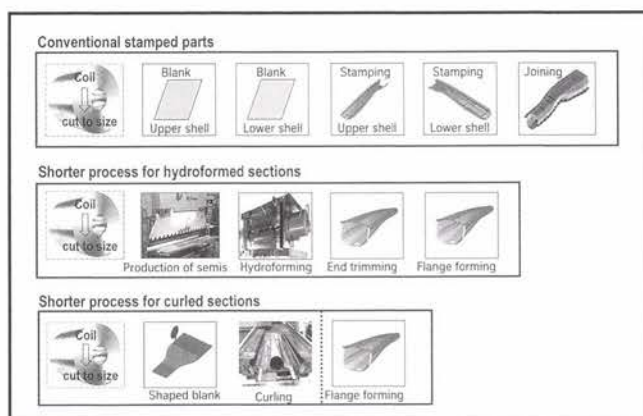


Fig.6 Potential Analysis Comparison of Different Processes.

装置を開発して、それを製造した。次に、研究所用のデザインをパイロット設備に転換した。当然その際にはより高価な投資が必要となった。投資の承認前に、我々はさらなるセーフガード（安全弁）を開発計画の中に導入した。品質の条件として、新しい技術の可能性を顧客と共同で試験することが必要と考えた。

2003年、我々はこの管形状を基本とした軽量構造を持ったNSBのコンセプトを顧客に紹介した。我々は国際的なモーターショーで、世界のほとんどの自動車メーカーにNSBを紹介した。そのために実に30もの会議、そして専門誌やテレビなどでいろいろと宣伝した。

この後に管状の部品を用いた軽量構造プロジェクトが続いた。そこで我々は自動車数社と共同でNewSteelBodyを土台に、このコンセプトをさらに発展させた。その一例が中型車のフロアプラットフォームである。ここでは管状の部品を活用してねじり剛性の改善を図っている。我々は顧客に対してこれらの加工技術を紹介し、そして共同のワークショップなどで様々なチャンス、そしてリスクについて紹介した。顧客がこのチューブや関連技術を用いた軽量構造に関心があると感じて初めて、リスクを最小化した商品開発の次の段階に到達でき、その段階でさらに多くの資金を投資にまわすことができる。

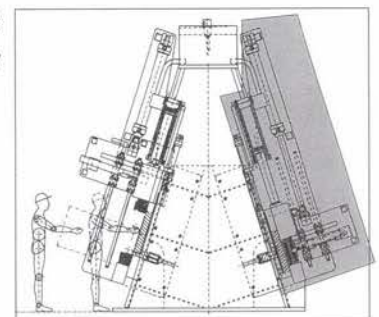
カール技法への投資の承認（計画では2005年2月承認、2006年3月完成）が必要になった。チューブの実部品に近い成形が実生産の条件で商業ベースにスケールアップできるかについて、この技術の成長性の確認が必要である。パイロットカール設備は機械メーカーとTKSが共同で設計、製作を行う。チューブのサイズによるが、一日あたり400本のチューブを製造することが可能である（Fig.7）。カール技法はチューブの進化の中では数多くの我々の開発の一つにすぎない。例えば、曲管部品の製造のプロセスなども我々は手掛けた。すなわち、直線のThyssen Tailored Tubesは最終形状への成形前に事前の曲管が必要である。しかしながら、曲げ外周部の板厚減少や内周のしわ発生により曲げ工程には限界があった。ドローベンドプロセスの強化により我々はその曲げの限界を拡し、今まで成形不可能と思われた形状も製造可能にした。実はTKSにおけるドローベンドマシンはどのような断面形状でも曲折できる世界で唯一のタイプである。近々操業が始まる自由曲げ成形機では立体的な曲げも可能となる。革新にむけた製品開発計画の最終のマイルストーンとなるのは生産開始、すなわちSOP（Start Of Operation）ということになる。

4 おわりに

我々は自動車メーカーのパートナーであるという哲学をもっている。これに則り、革新的な管状のデザイン用に鉄鋼や半製品を提供するだけではなく、広範囲にわたるサービスパッケージを顧客に提供したいと考えたのである。そして顧客の製造用のモデルにぜひThyssen Tailored Tubesを導入していただきたい。すなわち、自動車メーカーから要望をいただくことができれば我々は自動車メーカーの方々の新車の設計、開発の段階から部品の開発面で協力することができる。そしてパイロットラインで生産のプロトタイプとしても製造していただけたらと思う。また車両の生産立ち上げや鉄鋼の加工用機械の導入時において顧客をサポートすることもできると考えている。

当社における、リスクを最小限におさえた製品開発をいかに行っているかということについてまとめる。リスクをおさえるためには、社内の手続き、そしてプロセスにいろいろな手段を組み込まなければならない。まず最初に広範囲の材料や技術に関わるノウハウが必要となる。そうすることで複雑な構造のプロセスも最適化することができ、また全体的なアプローチをとることができる。しかしながら、研究開発や商品開発を開始する前にTKSの経営陣は様々な主要領域を特定することになる。そうすることで顧客の将来のニーズに答えることができる。明日の革新的商品、技術を顧客のニーズに合わせ、そして開発することで当社の成功を確保できる。同時にこの戦略によって当社の技術をさらに広げ、単なる材料サプライヤーを超えた領域の幅広いサービスを顧客に提供できるようになり、これが将来志向の成功する企業行動につながると確信している。

- Completion around March 2006
- Capacity approx. 400 tubes/day
- Welded Thyssen Tailored Tubes® of all generations, sizes up to dia. 180 x 3000 x 3
- For vehicle production in small and medium volumes



TWIN machine concept of the pilot curling line

Fig.7 Pilot Curling Line for near-net-shape parts from Thyssen Tailored Tubes.