

直接通電型制振鋼板の開発

江嶋 瑞男*・遠藤 紘*・中村 泰三*²
森田 順一*³・堀沢 滋*⁴

Development of Conductible Vibration Damping Steel Sheet

Mizuo EJIMA, Hiroshi ENDO, Taizo NAKAMURA,
Jun-ichi MORITA and Shigeru HORISAWA

Synopsis:

To get rid of defects of ordinary vibration damping steel sheets, studies were carried out to improve weldability and thermo-endurance in the baking temperature of cosmetic coatings. It has been shown that weldability can be obtained by adding to the resin layer conductive metal particles by 5 to 40 wt% to the resin layer. The diameter (δ) of Metal particle must satisfy the following equation, with regard to the thickness of the resin layer (T): $T/\delta = 1.0 \sim 1.2$. In addition, new thermosetting resins with both good vibration capability and good thermo-endurance have been developed by using the bridging reaction of curing agents between molecules of the thermoplastic polyester resin. Based on these new findings, a new manufacturing process of coiled products of conductible vibration damping steel sheets has been established.

Key words: composit material; raminated material; vibration damping capability; weldability; thermo-endurance; raminating process.

1. 緒 言

近年、トラックのオイルパンに制振鋼板が採用されて以来、制振鋼板の実用化研究は急激に進展しつつある。制振鋼板製オイルパンを有するトラック車種の拡大はもとより、乗用車内板、家庭電気製品、オーディオ装置への適用、屋根や床などの建材、産業機械や各種装置類の振動減衰材料としての利用、各種家具や容器のための素材としての検討などあらゆる分野への実用化研究が展開されている。制振鋼板としても従来は、80~100°Cで最も良好な制振性能を示す高温用制振鋼板が中心であったが、さらに低い温度環境で使用するための中温用制振鋼板や常温用制振鋼板などが開発されている。このような実用化段階のなかで、制振性樹脂を介して二枚の鋼板を張り合わせて成る制振鋼板はその使い勝手の点でいくつかの欠点が指摘され、これらの改良が望まれている。その第一は溶接性の問題である。制振樹脂は一般に不導体であるため制振鋼板はそのままではスポット溶接など

の抵抗溶接を行うことができない。最初の溶接点は何らかのバイパス回路を利用して溶接し、次点以後はこの既溶接点をバイパス回路として溶接を行う。このような方法はオイルパンのように比較的溶接点数の少ない部品には採用可能であるが、量産が前提であり溶接点数の多い部品には採用できない。その第2は耐熱性の問題である。薄板製品はほとんどの場合に焼付け塗装して使用されるが、この焼付け工程において、熱可塑性樹脂を用いた従来の制振鋼板では樹脂が軟化または溶融し製品の端部で表裏鋼板の剥離が生ずることがしばしばみられる。第3の欠点は、制振鋼板が積層構造なるが故に一枚板とは異なった成形挙動を示すことである。この第3の点は成形方法との関連で解決しなければならないものであるが、第1および第2の点は鋼板自体の特性として解決可能なものとして著者らは検討を加えてきた。その結果、十分な耐熱性を有しかつ通常鋼板と同等の抵抗溶接性を有する直接通電型制振鋼板の開発をしたので以下にこれにつき報告する。

昭和63年11月本会講演大会にて発表 昭和63年12月8日受付 (Received Dec. 8, 1988)

- * 新日本製鉄(株)薄板研究センター (Sheet & Coil Research Lab., Nippon Steel Corp., 5-10-1 Fuchinobe Sagamihara 229)
- *² 新日本製鉄(株)第二技術研究所 (R & D Laboratories-II, Nippon Steel Corp.)
- *³ 新日本製鉄(株)名古屋技術研究部 (Nagoya R & D Lab., Nippon Steel Corp.)
- *⁴ 新日本製鉄(株)名古屋製鉄所 (Nagoya Works, Nippon Steel Corp.)

2. 基礎検討

2.1 抵抗溶接性の付与

制振鋼板に導電性を付与する方法としてはこれまでもいくつかの方法が提案されている。例えば表皮鋼板の裏面にスクラッチを入れこのいぼり部分が樹脂を貫通し反対側の表皮鋼板に接触することを利用して導電性を与える方法や表皮鋼板裏面に凸部を設けるかまたは極端に荒い粗度にするこに、この凸部同士が接触することにより導電性を付与する方法¹⁾²⁾や制振樹脂の中に導電性粒子を添加する方法^{3)~5)}などである。このうち著者らの実験では導電性粒子を添加する方法が最も安定した溶接性を付与し得る方法であったので以下に溶接性付与のための導電性粒子添加方法についての詳細検討結果を述べる。

Table 1 に各種導電性粒子を制振樹脂中に 30 重量 % 添加した場合の効果を示す。用いた試験片は 50×50 mm のものであり、その中心に 1 箇所スポット溶接を行った。Table 中の溶接性の欄に付した○印は加圧力

Table 1. Effects of conductive particles addition on spot-weldability, bonding strength and vibration damping capability (In all cases, 30 wt% particles added).

Sort of conductive particles	Spot-weldability	Bonding strength	Damping capability
Ti (32~53 μm)	○	○	○
Ni (32~53 μm)	○	○	○
Cu (32~53 μm)	×	○	○
Fe (32~53 μm)	○	○	○
Al (32~53 μm)	×	○	○
Zn (32~53 μm)	×	○	○
Stainless steel (32~53 μm)	○	○	○
Fe-oxide (<20 μm)	×	×	×
Carbon-black (<1 μm)	×	×	×
Conductive mica	×	○	○

○ : Good, × : No good

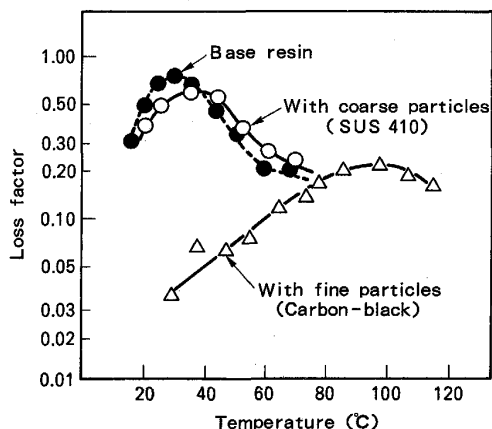


Fig. 1. Change in loss factor with the addition of conductive particles.

200 kgf ($1.96 \times 10^3 \text{N}$), 溶接電流 6 kA, 溶接時間 14 cycle の溶接条件で容易に溶接可能であったことを示し、×印はこの条件で溶接できなかったことを示す。また、接着性および制振性能の欄に付した○印はベース樹脂(ポリエステル系制振樹脂)に比しほとんどその特性を変えなかったものであり、著しくその特性を変化させたものには×印を付した。溶接が可能であったものは Ti 粉, Ni 粉, Fe 粉, ステンレス粉(以下 SUS 粉と言う)およびカーボンブラックであったが、粒径の小さいカーボンブラックは Fig. 1 にも示すごとく、粒径の大きい SUS 粉(SUS 410 粉)などに比し制振性能を著しく変化させ、さらに接着強度の低下も著しい。Fig. 2 に粒径の大きい SUS 粉と粒径の小さいカーボンブラックを例にとり導電性粒子添加量と溶接性の関係を示す。粒径の大きいものでは添加量が 5 重量 % を超える

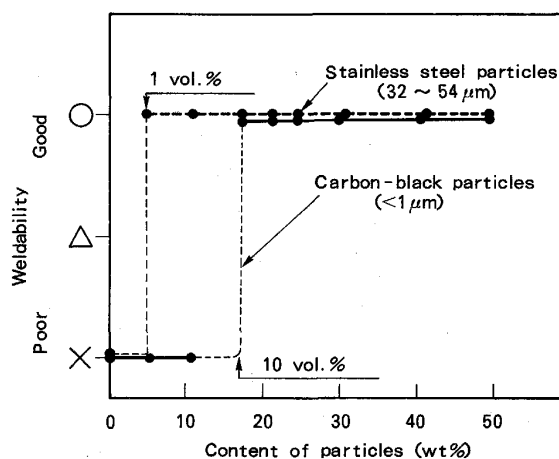


Fig. 2. Effect of content of conductive particles on weldability.

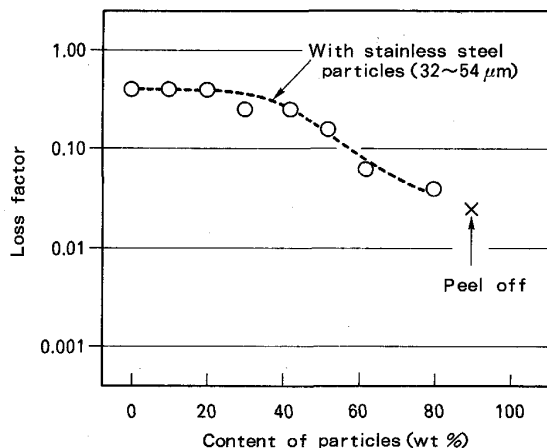


Fig. 3. Effect of content of conductive particles on vibration damping capability.

と溶接可能となるのに反し、粒径の小さいものでは 18 重量 % 以上の添加が必要である。また、Fig. 3 には SUS 粉を用いた場合につきその添加量と制振性能の関係を示す。粒径の大きい SUS 粉であっても添加量が 40 重量 % を超えると制振性能は低下しはじめ 90 重量 % では制振性能の低下はもとより簡単に手で剥がせるほどに接着性も低下する。スポット溶接などの抵抗溶接を可能にするためには、まず通電路を確保すること、樹脂の排除に必要な十分な発熱があること、樹脂が排除されるまで通電路を保持することが必要でありそのため電気抵抗が大きくかつ融点の高い導電性粒子の存在が好ましいものと考えられる。また、樹脂特性への影響を最小限にとどめるためには粒径が大きく比重の大きい金属粒、すなわち、樹脂との接触界面の面積を小さくし得る金属粒が好ましい。ただし、樹脂膜厚との関係で極端に粒径を大きくすることはできない。Fig. 4 に SUS 粉及び Ni 粉（添加量 20~30 wt%）を用い、樹脂膜厚 30~60 μm の範囲で実験した場合の樹脂膜厚 T /添加粒子の粒径 δ と溶接性および剪断接着強度の関係を示す。溶接性は $T/\delta \leq 1.2$ が良好範囲であり、一方剪断接着強度からは $T/\delta \geq 1.0$ が必要であり、したがって、両特性を良好ならしめるためには、 $1.0 \leq T/\delta \leq 1.2$ の極めて狭い範囲に T/δ を制御しなければならない。Fig. 1~Fig. 4 に示した実験の場合、表皮鋼板と樹脂との圧着は通常金属/樹脂の接着に用いられている加圧力 (0.2~0.3 MPa) 下で行われているため、圧着前後での金属粒の形状変化はほとんど生じない。 T/δ が 1 未満になると接着強度が急激に低下する原因は、金属粒径が樹脂膜厚より大きいため表皮鋼板と樹脂表面との完全な接触を

阻害することにある。つまり、良好な接着強度を得るためには表皮鋼板と樹脂を積層化した後の樹脂膜厚方向の金属粒サイズが T 以下であることが必要である。

2.2 樹脂の耐熱性の向上

制振鋼板の樹脂としては、従来熱可塑性の樹脂が用いられている。一般に樹脂の制振性能は樹脂のガラス転移点（以後 TG 点と呼ぶ）を過ぎて弾性率が急激に低下し始める温度範囲、すなわち粘弾性領域で最大となる。TG 点と制振性能のピーク温度との温度差は一般的には 30~40°C であるので、常温用制振鋼板の場合には -10~0°C に TG 点を持つ樹脂を使用することになる。粘弾性領域を過ぎ樹脂がゴム領域にはいる温度で更に温度を上昇させると、熱可塑性樹脂の場合は樹脂の弾性率は再び急激に低下する（融点または軟化点）。樹脂の分子量を高めることでこの融点を高温側に移行することは可能であるが、樹脂の種類、制振性能との関係などで制約があり、従来の制振鋼板に使用されている熱可塑性樹脂の場合、この温度は 80~160°C である。特に、常温用制振鋼板の樹脂の場合には TG 点を低くするため融点が低くなりがちである。通常薄板製品の塗装焼付け条件は 180~220°C × 30 min 程度であることから熱可塑性の樹脂を用いた制振鋼板を成形して得た製品を塗装焼付けした場合には、樹脂が極端に軟化し製品の端部の表皮鋼板が互いに剥離する現象や端部からの樹脂の流れ出しが生じやすい。著者らは不可逆的架橋反応を利用して熱硬化型樹脂にすることによりこれらの現象を回避することを検討した。

熱硬化型樹脂の架橋密度は基盤となる高分子樹脂に結合している官能基の数と架橋剤分子の濃度によって決定される。官能基の数が多く十分に架橋剤が存在する場合、すなわち架橋密度が極めて高い場合には確かに十分な熱硬化は得られるが、樹脂の TG 点は高温側に移動し同時に制振性能は極端に低下する。このため著者らは TG 点および制振性能を大幅に変化させることなく、熱硬化の得られる架橋構造を検討した結果、分子量 30 000~35 000 の制振性非晶質ポリエステル樹脂に 1 分子当たり数個の割合で架橋することより目的の樹脂が得られることを見出した。以下に通常の熱可塑性樹脂との比較でこの樹脂の特徴を示す。

Table 2 に比較検討に用いた樹脂の一覧を、また Fig. 5 にこれら樹脂の制振性能を示す。開発した熱硬化性樹脂は架橋を行っても制振性能の低下は全く認められない。Fig. 6 にこれら樹脂の温度変化に伴う剪断強度変化を示す。熱可塑性樹脂のすべては 100°C で既に剪断強度が 30 kgf/cm² (約 2.94 MPa) 以下に低下しているの

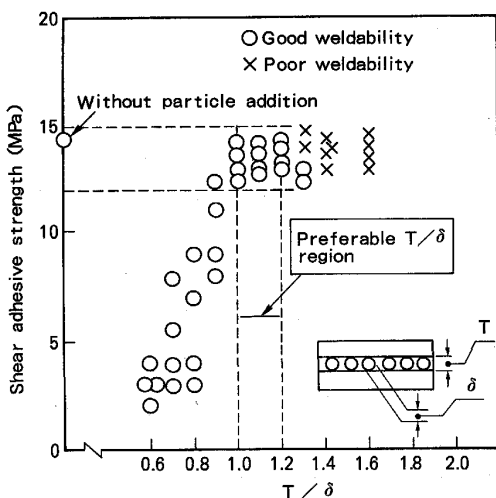


Fig. 4. Dependence of weldability and shear adhesive strength on T/δ (thickness of resin layer/particle diameter). SUS 410 Particle were used.

Table 2. Physical properties of resins employed.

No.	Resin	Molecular weight	Glass transition point (°C)	Melting point (°C)	Curing agent content* (wt%)	
E-1	Thermosetting resin	Polyester A	30 000~35 000	0	2	
E-2		Polyester A	30 000~35 000	0	5	
E-3		Polyester A	30 000~35 000	0	10	
P-1	Thermoplastic resin	Polyester A	30 000~35 000	0	0	
P-2		Polyacrylate B	30 000	-5	0	
P-3		Film resin C	300 000~	40	96	0
P-4		Polyisobutylene	600 000~	43	—	0

* Curing agent : Polyisocyanate colonate EH

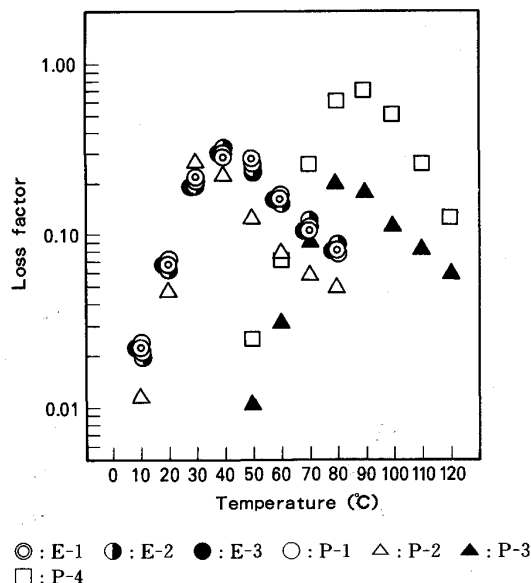


Fig. 5. Relationship between temperature and loss factor at the frequency of 500 Hz.

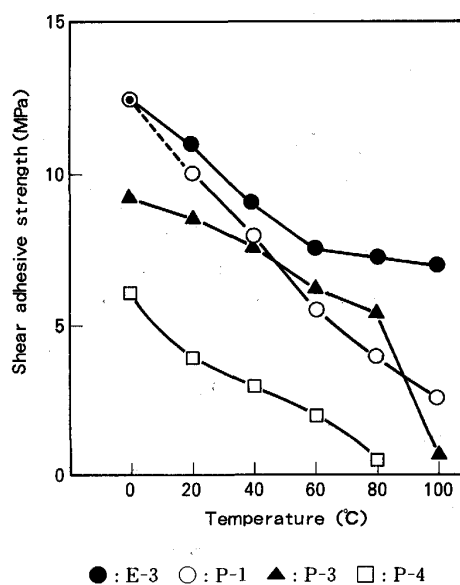


Fig. 6. Temperature dependence of shear adhesive strength.

に反し熱硬化性樹脂は 70 kgf/cm^2 (約 6.86 MPa) 以上の強度を保つことができる。塗装焼付け端部の剝離を想

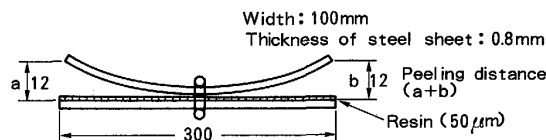


Fig. 7. Schematic specimen for the thermoendurance test.

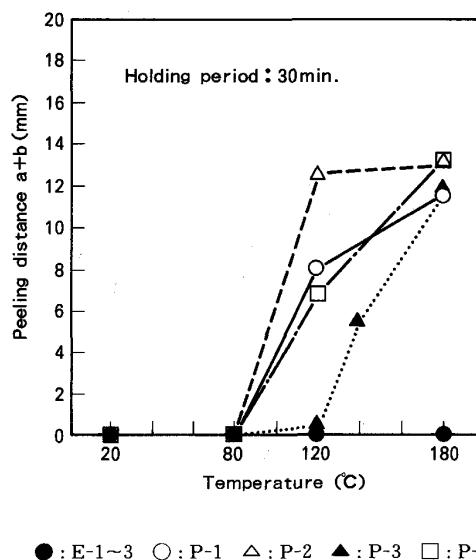


Fig. 8. Dependence of peeling distance on temperature.

定した高温での剝離傾向の検討には Fig. 7 に示すような試料を用いた。すなわち、板厚 0.8 mm × 板幅 100 mm × 長さ 300 mm の平らな鋼板の上に乾燥後の樹脂厚みが $50 \mu\text{m}$ になるよう樹脂を塗布し、乾燥後、最端部でのすきまが 12 mm となるようあらかじめ湾曲成形してある反対側の表皮鋼板を重ね合わせ、熱プレスで圧着後加圧力を掛けたまま冷却し制振鋼板を得る。この状態では湾曲成形されていた方の表皮鋼板は弾性変形の範囲で変形し、大きな残留応力を持って平らな形状に圧着されている。この試料を所定温度で 30 min 加熱した後端部の剝離間隔を測定した。Fig. 8 にその結果を示す。熱可塑性樹脂のすべては高温での剝離が認められるが、熱硬化性樹脂は実験した全温度範囲において剝離は認められない。

3. コイル材製造における溶接性の安定化の検討

2.1 で述べた溶接性を付与するための諸条件が満足されない場合には、種々の溶接不良が生ずる。例えば、金属粒子径に比し樹脂膜厚が大き過ぎた場合には溶接電流がほとんど流れず溶接が不可能となる現象が生じやすく、金属粒子の粒径が不揃いであったり粒子添加量が不十分である場合には、溶接部の周辺に点状の焼け焦げが生じたり、極端な場合にはピンホール状の孔明けが生じる。また溶接点内部での局部的過剰電流のため電極の溶着なども発生する。Fig. 9 に溶接良好材と不良材につき溶接時間に伴う溶接電流の変化の例を示す。なお、本実験には電流制御回路として名古屋電元社製 UWC-I 型を使用した。溶接不良は溶接初期の 1~2 サイクルで発生し、溶接初期の抵抗値が重要である。溶接 1 サイクル目の平均抵抗値を初期抵抗値と定義し、不良発生率との関係を示したものが Fig. 10 であり、初期抵抗を $300 \mu\Omega$ 以下になるようにすれば溶接不良を防止することができ

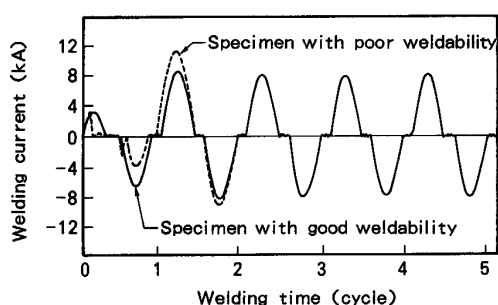
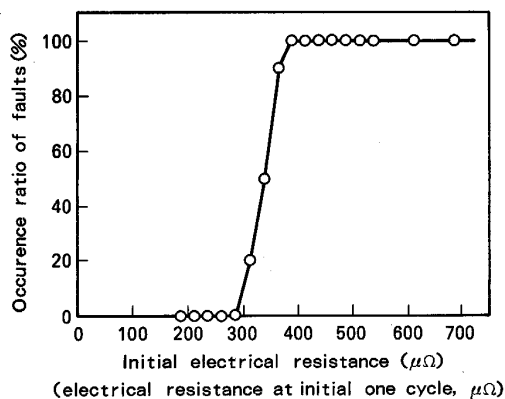


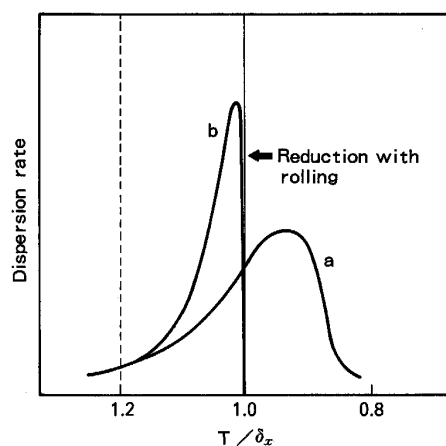
Fig. 9. Welding current changes during spot-welding.



Welding condition : $I = 8 \text{ kA}$, $P = 1.96 \times 10^3 \text{ N}$, $T = 14 \text{ cycle}$

Fig. 10. Relationship between occurrence ratio of faults during welding and electrical resistance at initial one cycle.

る。ここでの初期抵抗値は加圧力 200 kgf ($1.96 \times 10^3 \text{ N}$)、電流設定 8 kA で実際に加圧をかけ溶接を開始した時の電流と電圧の値から求めた抵抗値であり、加圧をかけない状態で測定した単なる表裏鋼板間の抵抗値では溶接不良の発生難易との相関が認められない。このことから溶接性には加圧力をかけた状態での電極直下での局所的な抵抗値が問題になると考えられる。初期抵抗値を低位安定化させるための最も重要な因子は T/δ である。制振鋼板に用いられる金属粒子はアトマイズド法で粉末化されたものが一般的であり、ふるいで選別した後でも幅広い粒子径 (δ) 分布を持っている。既に述べたように、溶接性と接着性との両方を良好ならしめるためには T/δ を $1.0 \sim 1.2$ の極めて狭い範囲におさめなければならないため、連続ラインでコイル材を製造する場合、この δ の広範囲な分布は溶接性および接着性を不安定化する原因となる。したがって、連続ライン内でいかに T/δ を一定に制御するかを検討を行った。前述したように、良好な接着強度を得るためには表皮鋼板と樹脂を積層化した後の樹脂膜厚方向の金属粒サイズ (δ_x) が T 以下であることが必要である。従って、広範な粒径分布を持つ金属粒を用いてコイル材を安定して製造するためには、樹脂膜厚方向の金属粒サイズの制御が不可欠となる。Fig. 11 に T/δ_x の安定化策の考え方を概念的に示す。狙いとする樹脂膜厚 T を持つ制振鋼板を得ようとする場合、 T より大きい平均粒径を持ち広範な粒度分布をもった金属粒子を用いる。溶剤希釈された樹脂にこの金属粒子を均一に分散させ、片方の表皮鋼板に所定量塗布し乾燥させる。この時点での金属粒の樹脂膜厚方



a : Initial dispersion b : Final dispersion

Fig. 11. Schematic diagram of the controlling of T/δ_x . (Thickness of resin layer/particle size in the thickness direction of vibration damping steel sheet.)

向のサイズ分布は同図中 a に示すようになり金属粒子の多くは樹脂膜厚より大きいため樹脂膜から頭を出した状態となっている。反対側の表皮鋼板を重ねあわせたラミネートロールで圧着する際ラミネートロールに加えられた強力な圧下力により T より大きい金属粒子を押しつぶし金属粒子の厚みをほぼ T と一致させるこの操作により板厚方向での金属粒サイズは Fig. 11 中の b で示されるような分布となり、 T/δ_x を 1.0~1.2 の範囲に制御することが可能となる。もちろん、この操作と同時に接着および樹脂の架橋反応を完了させる。

このような方法で T/δ_x を一定化させる場合、アトマイズド SUS 粉や硬質 Ni 粉のような硬質金属粉はロール圧下での制御が困難で軟質 Ni 粉や軟質 Fe 粉などの軟質金属粉を用いることが望ましい。Photo. 1 に軟質 Ni 粉を用いた場合のロール圧下後の金属粒子形状を例

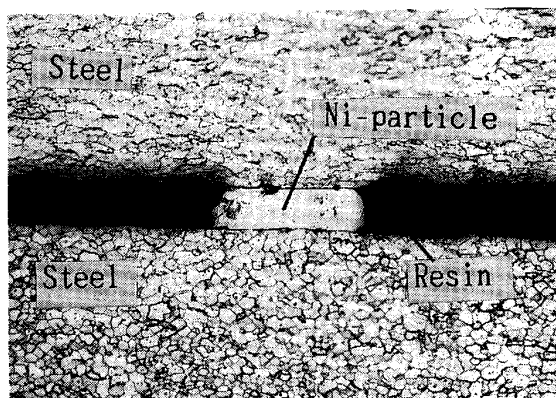


Photo. 1. A cross section shape of a conductive particle in the conductive vibration damping steel sheet ($\times 150$).

示す。このように軟質粒子を用いた場合には、ロール圧下により樹脂膜厚まで粒子を変形させ T/δ_x が事実上 1.0~1.2 となる粒子を増加させ安定した低値の初期抵抗を持ちかつ接着強度の高い製品をうることができるが、硬質粒子の場合には粒子の圧下が不十分となり安定したものが得難い。

4. コイル製造設備と製品の諸特性

4.1 製造設備と品質

Fig. 12 にコイル製品製造設備の概略図を示す。直接通電型制振鋼板を製造する場合には、ペイオフリール①より巻き出された上下の表皮鋼板は②の塗布ロールにより樹脂との接着面となる表面にのみクロメート塗布され③の乾燥炉により乾燥される。その後、空冷し④のロールコーターにより片側鋼板にのみ金属粒子を分散させた溶剤希釈樹脂を所定量塗布する。溶剤乾燥および予熱を兼ねた予熱炉を通り⑤のラミネートロールの直前で反対側の表皮鋼板と重ね合わせられ、2本の加熱されたラミネートロールにより圧着される。前述のように、 T/δ_x の制御および樹脂の架橋もこの2本のロールで行われる。その後、空冷され⑥の巻取り機で巻き取られる。この設備は制振鋼板製造と軽量ラミネート鋼板製造の兼用製造設備であり、また、制振鋼板としてはフィルム状樹脂を用いての製造も可能である。軽量ラミネート鋼板を製造する場合には⑦のフィルム巻出し機を使用し、フィルムタイプの制振鋼板を製造する場合は⑧のフィルム巻出し機を使用する。この設備で製造可能な直接通電型制振鋼板は板厚 0.4~2.0 mm、板幅 600~1829 mm のコイル製品でラインスピードは 10 m/min であり、月産

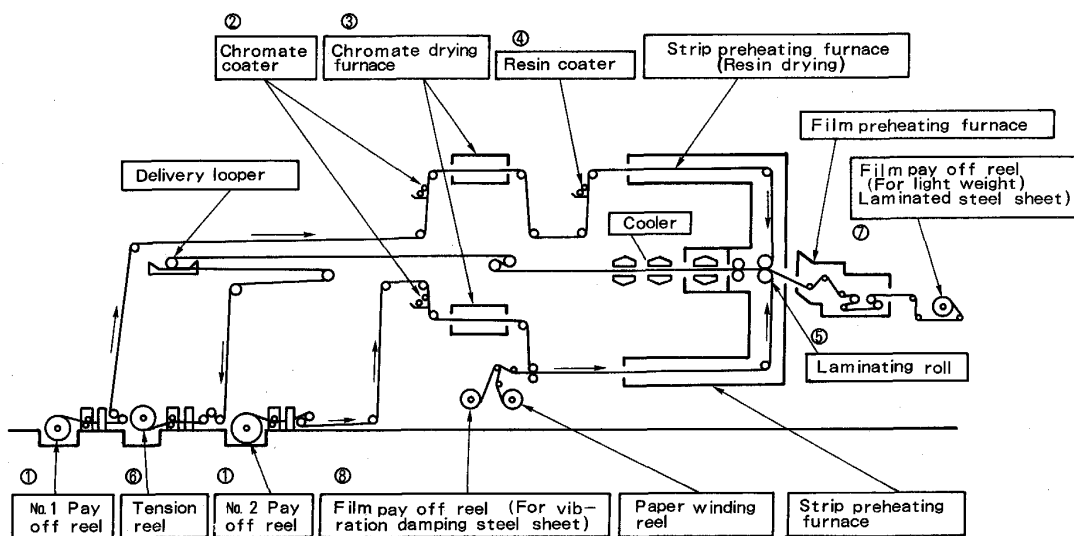
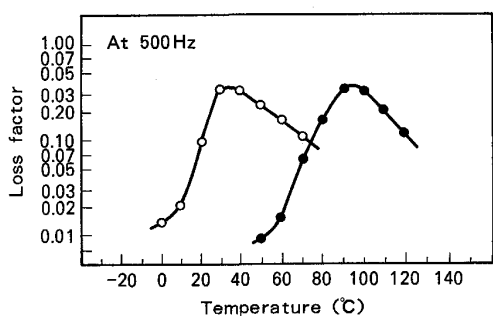


Fig. 12. Line arrangement.



○ : Normal temperature type
● : High temperature type

Fig. 13. Vibration damping capability of coiled products.

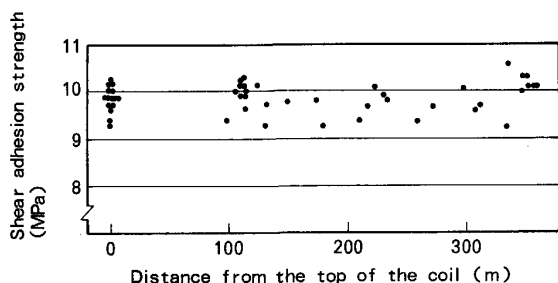
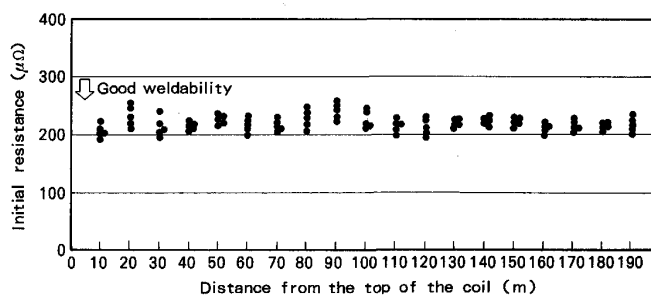


Fig. 14. An example of shear adhesive strength in a coiled product having 0.75 mm thickness.

1250 t の製造能力を持つ。現在製造している直接通電型制振鋼板は常温用制振鋼板および高温用制振鋼板であり、コイル製品の制振性能を Fig. 13 に示す。Fig. 14 には常温用制振鋼板コイル製品についての剪断強度のコイル内でのばらつきを示すが、極めて安定した接着強度が得られている。また、溶接性に関しても安定しており、溶接性の良否を示す初期抵抗値についても Fig. 15 に例示しているようにコイル内のどこにおいても $300 \mu\Omega$ 以下で一定した値が得られている。

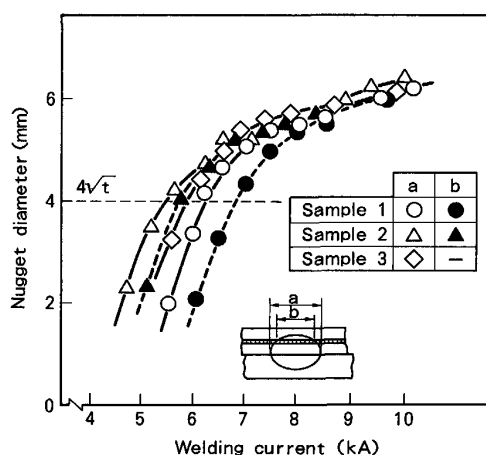
4.2 コイル製品の溶接性

Fig. 16 に 1.0 mm 厚の直接通電型制振鋼板と同厚の通常冷延鋼板とを Cr-Cu 電極 (6 mm 径, ドーム型) で加圧力 200 kgf (1.96×10^3 N), 溶接時間 14 サイクルでスポット溶接した際の溶接電流とナゲット径の関係を示す。同図は 1.0 mm 厚の直接通電型制振鋼板と 1.0 mm 厚の通常冷延鋼板との組合せで溶接したさいのデータを 0.5 mm 厚の通常冷延鋼板 2 枚と 1.0 mm 厚の通常冷延鋼板との組合せおよび 1.0 mm 厚の通常冷延鋼板と 1.0 mm 厚の通常冷延鋼板との組合せでのデータを比較したものである。低電流側では同一ナゲット径を得るために必要な電流は通常冷延鋼板のみの組合せに比し直接通電型制振鋼板の方が大きい。直接通電型制振鋼板の場合



Welding condition : $I = 8$ kA, $P = 1.96 \times 10^3$ N, $T = 14$ cycle

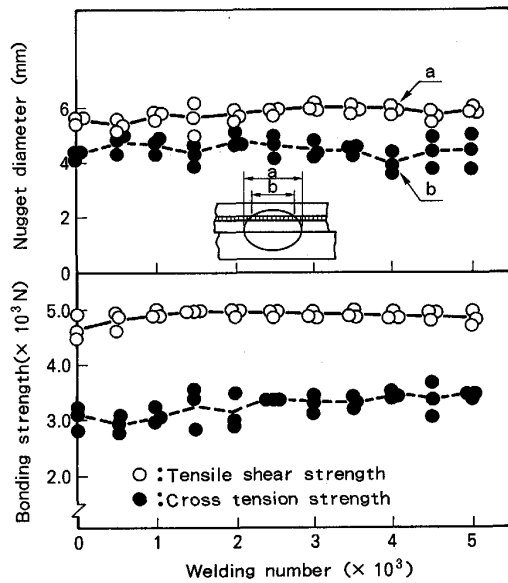
Fig. 15. An example of initial resistance distribution in a coiled product having 0.8 mm thickness.



Sample 1 : 1.0 mm thickness (t) vibration damping steel sheet, +1.0 mm thickness normal steel sheet
Sample 2 : Two sheets of 0.5 mm thickness normal steel sheet, +1.0 mm thickness normal steel sheet
Sample 3 : 1.0 mm thickness normal steel sheet, +1.0 mm thickness normal steel sheet
Welding condition : $P = 1.96 \times 10^3$ N, $T = 14$ cycle

Fig. 16. Dependence of nugget diameter on welding current.

合は Fig. 9 に既に示したとおり溶接初期の 1~2 サイクルの樹脂排除の段階では設定電流に比べ実際に流れる電流が著しく少なくなるため、同一溶接時間で溶接した場合にはこのような現象が生ずるものと考えられる。しかし 8 kA 以上の高電流側では直接通電型制振鋼板も通常冷延鋼板も差のないナゲット径が得られ溶接強度も同等の値となる。Fig. 17 に直接通電型制振鋼板の連続打点性を示す。同図は 0.8 mm 厚の直接通電型制振鋼板と 1.0 mm 厚の通常冷延鋼板を加圧力 200 kgf (1.96×10^3 N), 溶接電流 9 kA, 溶接時間 14 サイクルの条件で溶接した場合の例であり、ナゲット径、引張剪断強度および十字引張強度とも 5000 点まで安定している。以上のことから直接通電型制振鋼板コイル製品は通常冷延鋼板と同等の溶接性を有すると言える。



0.8 mm thickness vibration damping steel sheet was spot-welded to 1.0 mm thickness normal steel sheet under following welding condition: $I = 9 \text{ kA}$, $P = 1.96 \times 10^3 \text{ N}$, $T = 14 \text{ cycle}$

Fig. 17. Stability of welding characteristics during successive spot-welding.

4.3 直接通電型制振鋼板の使用例

Photo. 2 に身近な使用例として家庭用洗濯機の例を示す。この洗濯機は家庭における洗濯時の騒音低減のためにボディ全体が 0.75 mm 厚の常温用直接通電型制振鋼板で作られている。この種の形状の製品では部品組立てのためのスポット溶接性および塗装のための焼付け温度での耐熱性が必須であり、上記の直接通電型制振鋼板が開発されて始めて実用化が可能となった製品である。その他の例としては、従来型制振鋼板を使用していたオイルパン類の直接通電型制振鋼板への切換え、ファンベルトカバー、エンジンサイドカバーなどの自動車エンジン周り部品、ダッシュインサート、ルームパーティションパネルなどの自動車内板類、スピーカーフレーム、スピーカーボックス、CD プレーヤーケースなどのオーディオ製品、エアコン、クーラーなどの空調機器、屋根、

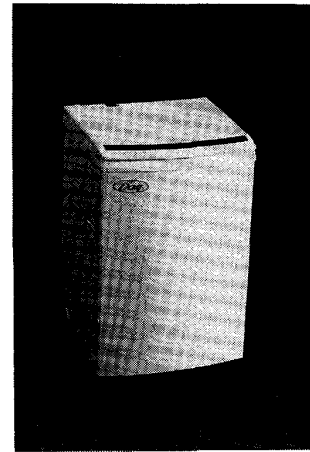


Photo. 2. A washer applied the conductive vibration damping steel sheet.

床、ドア、間じきりなど建材類などである。これら以外にも産業機械類、工作機械類、船舶、鉄道車両類、鉄道軌道、容器類、家具類や各種電気製品への適用が検討されている。

5. 結 言

従来の制振鋼板の欠点であった溶接性と高温での耐熱性を検討し、制振性能を高水準に維持したままで通常冷延鋼板と同等の抵抗溶接性を持ち、かつ、塗装焼付けにさいしても十分な耐熱性を有する新しいタイプの制振鋼板の開発に成功した。今後ますます高まる振動騒音低減に対する社会的要解消のためにこの直接通電型制振鋼板が役立てられるならば幸いである。

文 献

- 1) 深田 新 : 特開昭 62-174145
- 2) 林 豊, 高谷 勝, 徳田友吉 : 特開昭 58-84756
- 3) 佐々木雄貞, 遠藤 紘, 座間芳正 : 特開昭 50-79920
- 4) 高橋 功, 松本義裕, 入江敏夫 : 特開昭 57-146649
- 5) 林 豊, 高谷 勝, 徳田友吉 : 特開昭 58-142844