< 綜 説 >

(受理: 平成 16 年 4 月 21 日)

制振性接着剤
Damping Adhesives佐藤 貴浩^{*}
Takahiro SATO

1. はじめに

“制振”とは固体表面の振動エネルギーを熱（もしくは光、電気などの）エネルギーに変換し、固体表面の振動を小さくする技術である¹⁾。通常制振材には、樹脂系、ゴム系、アスファルト系、金属系等の材料が用いられるが、その中でも主原料が高分子材料（樹脂、ゴム）を用いる制振性接着剤であれば、以下のようなメカニズムで制振性能が発現しているものと推測される。① 固体表面を伝わってきた振動エネルギーが接着剤層に伝わり、接着剤内の分子が分子運動を起こす。② 接着剤内の分子が分子運動を起こすことで、分子間に摩擦が生じる。③ その分子間摩擦により熱が発生し、熱エネルギーとして系外に放出される。その結果として振動エネルギーが減少する。つまり振動が小さくなる。

従って、エポキシ樹脂のように分子間の架橋が多い材料であれば、振動エネルギーが伝わってきたとしても分子の動きが拘束されてしまい、その結果として分子間摩擦も起きにくく、熱エネルギーへの変換が難しくなる。また、その反対にシリコン樹脂のように主鎖に自由に回転ができる結合を有している材料であれば、分子運動が起きたとしても分子内で勝手に回転してしまい、分子間の摩擦が起きにくい。その結果、やはり熱エネルギーへの変換が難しくなる。

故に、理想的には架橋点、側鎖が少なく、主鎖が直線的な構造を持つ樹脂、たとえばブチルゴムのような樹脂であれば、分子運動が起きた際に熱エネルギーに変換されやすい。つまり制振性能が高い材料と言える。

同様に制振性能の温度依存性についても説明ができる。

樹脂のガラス転移温度 (T_g) 以下の温度領域では分子運動が拘束され、逆に T_g 以上の温度領域では分子運動が容易にできてしまうため、結果としていずれの場合においても制振性能は低下する。従って、接着剤の制振性能は樹脂の T_g 付近の温度において、もっとも性能が得られやすくなる。

2. 市販の接着剤の制振性

市販の従来の接着剤の制振機能を試験してみた²⁾。接着剤としては自社製品を選び、0.8mm 厚の電着塗装鋼板に所定量を塗布、乾燥硬化させた。試験片サイズは 15×150 mm で 15×110 mm を塗布面積とし未塗布部をつかみ代とした片持ち梁式の試験片としオバストバー法による制振性能試験を実施した。試験体とつかみ治具全体が入る恒温槽を用意し、その中で試験を行うことにより制振性の温度依存性も試験することができる。以下、特にことわらない限り片持ち梁式の制振性試験はこの方法で行った。表 1 に試験した各種接着剤（シーリング材）の特徴と塗布面積（塗布面重量）を示している。また、併せて新規に開発した多機能塗布型制振材 HC025 のデータを併記しておいた。

制振性試験結果を図 1 に示す。

図 1 からセメダインコンクリメント（酢酸ビニル樹脂

佐藤 貴浩

略歴: 1996 年千葉大学工学部応用化学科卒。セメダイン(株)入社。
趣味: ゴルフの婦りのタラレバ話。

^{*} セメダイン(株) 開発部 研究第 1 グループ
東京都荒川区町屋 7-14-5 〒116-0001
CEMEDINE Co., LTD.
7-14-5, Machiya Arakawa-ku Tokyo, 116-0001 Japan

表1 市販の接着剤の特徴と塗布面重量

製品名	主成分	塗布面重量 (kg/m ²)
コンクリメント	酢酸ビニル樹脂系 溶剤形	2.0
No. 575	クロロプレンゴム系 溶剤形	0.7
バスコーク	シリコン樹脂系	2.1
スーパー X No. 8008	変成シリコン樹脂系	2.1
HC025	アクリル樹脂系 エマルジョン形	2.0

(すべて自社製品)

図1 市販の接着剤の制振性

系溶剤形)は制振材としてもかなりの性能を有することが明らかになった。また新たに開発した HC025 も高い制振性を示すと共に各種被着体への接着性にも優れる多機能制振材である。今回は HC025 の詳細な説明は省略するが塗布型制振材の開発についてはこれまで様々な検討が行われており^{3~6)}、とりわけ自動車用吹き付け型制振材としての用途開発がおこなわれている。塗布型制振材をベースにそれに接着性を付与することによって多機能塗布型制振材 HC025 を作った。しかし HC025 は二層型構造での制振材であり、いわば塗料のように使用した時に制振効果を発揮する設計となっており基材同士をサンドイッチ状にはさみこんで(接着)硬化させた場合は制振効果が低下する傾向があった。そこで、次に接着と制振を両立させる用途として建築用途に着目し、具体的には乾式間仕切り壁用の接着兼制振材について検討を行った。

3. 騒音対策としての制振性接着剤

近年地価の下落も相まって、都心の好立地に超高層マ

表2 気になる騒音源

騒音源別種類	気になる騒音具体例
床衝撃系	子供の飛びはね、走り回り 床にボールや物を落とす
給排水系	便所の給排水音 浴室、浴槽の給水音 台所で水を使う音
開口衝撃系	扉、サッシの開閉 食器棚、調理台ひらき戸開閉
設備機器系	冷蔵庫の音 掃除機の音 洗濯機、乾燥機の音 ガス湯沸かし器の音
会話、音楽系	ピアノなど楽器の音 電話の呼び出し音 TV ステレオ ラジオの音

ンションが増加している。その一方で、超高層建築物ではその構造上、躯体の軽量化を図るために戸境壁を鉄筋コンクリートから軽量乾式間仕切りを採用するケースが通常となっている。また、超高層マンションに限らず、軽量で遮音性もよく、耐火基準も満たすことから、中低層マンション、ホテル、さらにはいわゆるシネコンにまで適用がなされている。

しかし、そもそもマンションは集合住宅であり、1棟の建物の中に各住戸隣接せざるを得ず、隣戸間の騒音対策がより必要に迫られている。表2に気になる騒音源の種類とその具体例を示す。

そこで従来の乾式間仕切り壁を更に騒音対策すべく、乾式間仕切り壁用制振性接着剤 EM850 の開発を行った。

4. 乾式間仕切り壁用制振性接着剤の開発

音にはその伝搬の仕方により、大きく分けると空気伝搬音と固体伝搬音の2つがあげられる。空気伝搬音とは人の話し声など直接空気を伝わる音であり、固体伝搬音とは、上階の歩行音など床や壁を伝わってくる音のことを指す。従来から乾式間仕切り壁では、遮音性能(空気伝搬音対策性能)に優れる石膏ボード等が使用されているが、さらに間仕切り壁用の接着剤として制振性接着剤 EM850 を使用することにより、その制振性を生かして固体伝搬音対策性能を付与するという検討を行った。

4.1 間仕切り壁用制振性試験

制振性能評価試験としては、30cm 角の石膏ボード2枚を所定の接着剤を用いて貼りあわせた試験片をインパクトハンマーにて打撃加振し、その応答関数から損失係数を測定する方法で行った。(図2)

上記試験にもとづく試験結果を図3に示す。

図3で605は当社酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤

図2 インパクトハンマー試験法

試験室に固定するための物である。試験体の面積は 10m^2 とした。試験は（財）小林理学研究所において行った。そのイナータンスレベル試験の結果を図6に示す。測定時の環境条件は温度 17.8°C 、湿度 74.0% であった。図6において TypeA は通常の酢酸ビニル樹脂エマルジョン 605 を使用したものであり、TypeB は開発品 EM850 を塗布した試験体である。この結果からイナータンスレベルは大幅に向上した。

これにより固体伝搬音対策効果の改善が期待できる結果となった。すなわち表2に示した各種騒音源からの対策としての効果に有効性が認められる結果となった。

4.3 JIS 試験体による遮音性（音響透過損失）試験

次に前項の固体伝搬音低減の改善確認結果をふまえ、同一試験体を用いて、本接着剤を使用した構造体が音響透過損失にたいしてどのような効果が得られるかを試験した。

図7に試験を行った Type II の試験室を示す。

図3 インパクトハンマー法による振動減衰波形

で同用途でも固体伝搬音対策の必要としない箇所で通常使用されている。EM850 はこの用途に制振性を目的として開発した開発品である。この試験結果から EM850 は 605 に比較して大幅に制振性にすぐれていることが明らかになった。

4.2 JIS 試験体によるイナータンスレベル試験

乾式間仕切り壁の固体伝搬音対策の評価試験として図4の試験体をインパクトハンマーにて衝撃加振し、反対側表面材の応答振動を加速度ピックアップで測定する。イナータンスとは受振点における振動加速度を衝撃力で割った値で、その値が大きければ加振点から受振点まで振動が伝わり易く、逆に小さければ振動は伝わりにくいと考えられる。図5にその試験体の写真を示す。

図5で周囲の枠は試験体カートリッジで試験体を音響

図4 乾式間仕切り壁構造試験体概略図

図5 JIS A1416 音響透過損失およびイナータンスレベル試験用試験体

図7 JIS A1416type II 音響透過損失試験室

図6 イナータンスレベル試験結果

同試験体による音響透過損失の測定結果を図8に示す。

図8でTypeAは通常の酢酸ビニル樹脂エマルジョン605を使用した従来品であり、TypeBは開発品 EM850を使用した構造体である。

ここで開発品の EM850 の概略について表3に示す。

表3で EM850 はチクソトロピー性があり、それほどの高粘度でないため作業性が良好であるといえる。また図7でとりわけ 800Hz 以上で開発品 EM850 を使用することにより大幅な音響透過損失の向上効果が見られる。また図8の点線は日本建築学会が遮音性能基準に基づき定める遮音性能の目標値 D-55 の基準曲線である。これにより本開発品 EM850 を使用すれば当初の目標であった固体伝搬音対策に大幅な改善効果が得られただけでなく、音響透過損失すなわち遮音性能も改善することが明らかになった。今回の試験は石膏ボード同士を2枚貼り合わせて試験しているが石膏ボードを3枚貼り合わせればさらに効果的に性能アップが期待でき、パネルを天井

図8 音響透過損失測定結果

表3 EM850 の性状

項目	測定条件	測定値
主成分		アクリル樹脂エマルジョン
外観	JIS K6828	乳白色液状
比重	比重カップ	1.0
不揮発分(%)	JIS K6828	48.7
粘度	BHNo. 6 20rpm	45
構造粘性指数	JIS K6828	3.8
PH	PH メーター	6.2

注：粘度：Pa・s/23℃

構造粘性指数：BH 型粘度計での 2rpm, 20rpm の比

や床に固定するためのランナーや間柱に取り付ける際もビス止めだけでなく、本接着剤を併用すればさらに効果的と考える。使用方法として特別な方法は必要としないが、600g/m²をくしべら等で均一塗布し直ちに貼り合わせる。たれ止めタイプとなっているので垂直面に塗布してもまったく問題は無い。

5. おわりに

接着性と制振性の両機能を兼ね備えた材料開発について建築用接着剤の間仕切り壁での応用例について紹介した。本用途のような使用部位では水性系の材料が安全衛生性の面からも好適であろうと思われる。今回、検討を行った事例は被着材料が多孔質材同士であったので水性系接着剤が好適に使用されたが、金属材料同士など被着材料が非多孔質であると水性系は使用できない。例えば、

金属屋根の雨音低減対策等、従来から問題となっている事例その他の用途にも今後幅広い材料検討を行い、さらに可能性を求めていきたい。本検討では適用検討、実大パネルでの試験検討において岩谷テクノ株式会社殿における公的試験結果を使用させていただいた。誌上をお借りし心より謝意を述べさせていただきます。

参 考 文 献

- 1) 小野測器株式会社ホームページ (www.onosokki.co.jp)
- 2) 八木下克己, 佐藤貴浩, 相澤幸彦: 日本接着学会第39回年次大会要旨集, 53 (2001)
- 3) 中里和幸, 福留秀汽: 自動車技術, 57, 76 (1967)
- 4) 新田隆行: 日本接着学会誌, 34, 453 (1998)
- 5) 相澤幸彦: 日本接着学会誌, 35, 71 (1999)
- 6) 出口幸至, 川瀬知洋, 廣瀬茂雄: 自動車技術, 57, 37 (2003)
- 7) 大川平一郎: 音響技術, 95, 39 (1996)
- 8) 飯田一嘉, 大橋心耳, 岡田健, 麦倉喬次: 騒音・振動制御ハンドブック, 265 (2000)

日本接着学会誌論文投稿について

当学会ではかねてより皆様の御研究の成果による学術論文を広く御紹介申し上げております。つきましては、最近の接着に関する科学と技術普及の為多数の論文御投稿をお願い申し上げます。当学会では多数の海外の著名な接着研究者に対して学会誌を寄贈致しております。また Chemical Abstract にも抄録されておりますので、本誌に掲載されれば、海外からの反響を期待できます。

1) 切 なし, 随時

2) 投稿規定及び原稿用紙(1冊500円送料別)はハガキにてお申し出頂ければ折り返し御送付申し上げます。なお投稿規定は日本接着学会誌 Vol. 40 No. 1 にも掲載されております。