

1517 地上コイルのリサイクルに関する検討

正〔土〕 ○高橋 紀之 (鉄道総研)

正〔電〕 鈴木 正夫 (鉄道総研)

Examination about the recycling of the ground coil

Railway Technical Research Institute Hikari-cho, kokubunji City

Noriyuki TAKAHASHI, Masao SUZUKI.

The ground coil in the superconducting maglev system is laid along the whole line, and the numbers become enormous. In late years the issue of global environment and resources has been brought about and the most suitable constitution assuming the recycling is required. Therefore, we paid our attention to the mold resin of the ground coil. Regarding the mold resin of the ground coil, we examined various recycling methods and with aim of developing recycling methods, we performed a basic strength examination using a specimen made of concrete mixed with the crushed mold resin. As a result, it was confirmed that we could separate the resin generated after the crush of the ground coil and other materials, and the strength of the test specimen which is concrete mixed with the crushed ground coil mold resin as addition materials is higher than the base concrete, improvement more extreme than base concrete was recognized.

Keywords : ground coil, recycle, maglev

1. はじめに

超電導磁気浮上式鉄道において、図1に示す地上コイルは全線にわたって敷設され、その数は膨大なものになる。これら地上コイルが将来、経年・使用劣化等により定期的に新しい地上コイルと交換を行うことになった場合、新しい地上コイルを製作した分だけ不要となる地上コイルが発生する。近年、地球規模の環境・資源問題がクローズアップされ、地上コイルについてもリサイクルを前提とした最適構成が求められている。そこで鉄道総研では、地上コイルのモールド樹脂に着目し、その樹脂

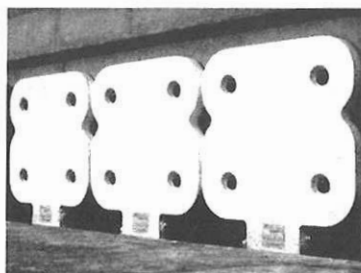


Fig.1 Ground coils

2. 地上コイルリサイクルの概念

地上コイルのリサイクルの概念を図2に示す。コイル導体のアルミ線や金属部分はある程度のリサイクル技術が確立されているので、ここでは検討から除外し、モールド樹脂部にのみ着目した。リサイクル方法としては、化学的に溶解する方法と、細かく破碎し添加物として再利用する方法が考えられる。化学処理としては常圧溶解法、亜臨界法などの処理技術が適用できると考えられ、これについても検討を行っている。

3. 地上コイルモールド樹脂の破碎利用¹⁾

一方、破碎処理に関しては樹脂内にガラス繊維が含まれること(浮上系コイル)、強度が高く比重の比較的軽いエポキシ樹脂が使われている(推進系コイル)ことから、コンクリートに添加することで前者は繊維補強として、後者は軽量化あるいは骨材の代替としての可能性が考えられる。地上コイルの内部は、図3のようにコイル形状

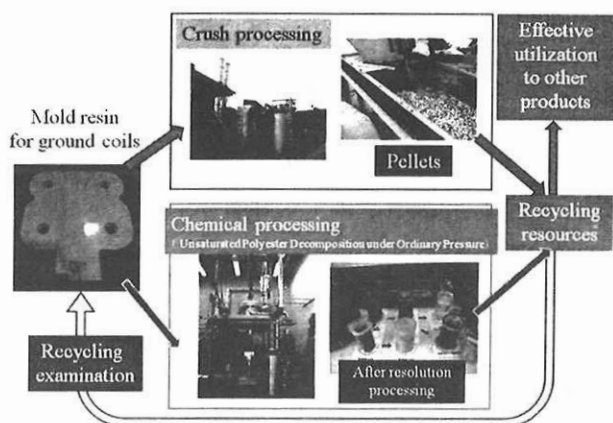


Fig.2 Concept of the recycling above the ground coils

のアルミ導体を樹脂でモールドした構造となっている。推進コイルには高い絶縁性能を有するエポキシ樹脂を、浮上案内コイルにはガラス繊維にて強化を図った不飽和ポリエステル樹脂 (Sheet Molding Compound、以下 SMC) あるいはジシクロペンタジエン樹脂 (Reaction Injection Molding、以下 RIM) が使われている。これらの樹脂は、現状では廃棄物となった場合はリサイクルされず、破碎の上埋立に使われるか他の廃棄物と共に焼却処理されている。しかし、地上コイルモールド樹脂はある程度の強度を有しており、骨材あるいは補強材としてコンクリートに混合することで、強度の向上につながる可能性がある。今回は実際に使用した推進コイル (エポキシ樹脂)、浮上案内コイル (SMC、RIM) の3種類の地上コイルを対象にした。

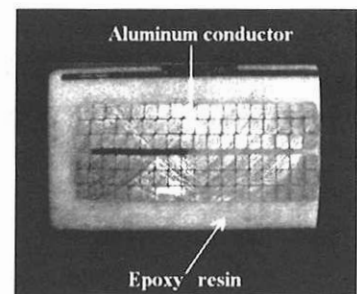


Fig.3 Ground coil

4. 破砕作業

地上コイルを破砕し、導体であるアルミ素線とモールド樹脂、コネクタ部分等のアルミ以外の金属部分との分別を行った。作業には図4に示すような重機を用いた。アルミ導体と樹脂との分離に懸念があったが、比較的容易に分離が可能であった。分別後、樹脂についてはある程度細かく破砕し、10mmふるいを通して粒径10mm以下のものをコンクリート供試体に混合することとした。各タイプの地上コイルにおける分別による発生量は、表1のとおりである。推進コイルの破砕後の分別状況を図5に示す。アルミ素線に付着した樹脂は少量であり、素線はそのまま有価資材としてアルミリサイクルに回すことが可能と思われる。

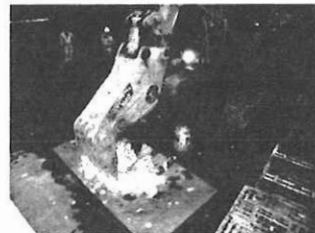


Fig.4 State of the crush work



Fig.5 The classification situation

Table.1 Weight before and after the crush

Kind of the mold resin	Coil weight before crush	weight after crush	
		Mold resin	others
Epoxy	100kg	55kg	45kg
RIM	50kg	30kg	20kg
SMC	50kg	30kg	20kg

5. コンクリート供試体作成・強度試験

供試体は普通コンクリートとし、スランブ 12±2.5cm、空気量 4.5±1.5%を目標とした。破砕樹脂の添加についてはスランブ量を確認しながら行い、いずれの破砕樹脂も3水準の配合とした。なお、SMC、RIMについてはスランブ試験を行ったところ、予想以上に小さい値を示したため、当初予定した添加率を下げた配合とした。これらの打設した供試体について、材齢28日における圧縮・引張・曲げの各試験を行った。圧縮強度の試験結果を図6に示す。いずれも配合率は2.5%である。破砕樹脂を混合しなかったベースコンクリートに比べ、エポキシ樹脂はあまり変わらないが、RIM、SMCについては強度が高

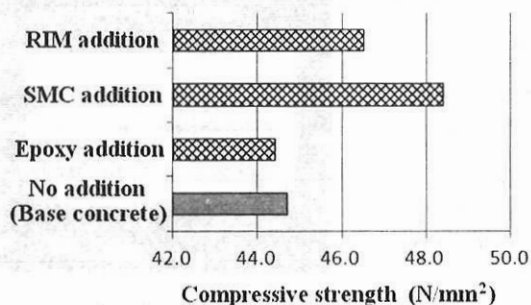


Fig.6 Compressive strength test result

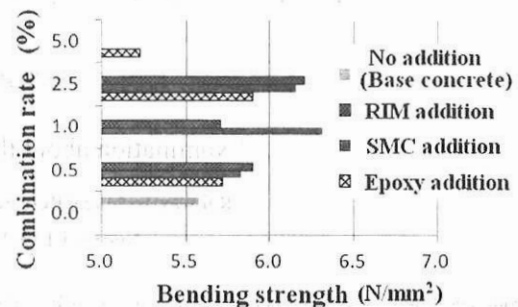


Fig.7 Relations of a combination rate and the bending strength

くなる傾向が認められた。これは、樹脂内にガラス繊維を含んでいるため、繊維補強の効果が現れたためと考えられる。配合率と曲げ強度の関係を含めた試験結果を図7に示す。エポキシ樹脂5%の配合において、強度の低下が認められた。これはスランブ量の極端な低下により、十分な充填ができなかったことが想定される。引張試験時に破断した面を図8に示す。コンクリート内部に破砕粒子が混合されている様子を示しているが、コンクリート部材と良好な付着性を保っていることが確認できた。

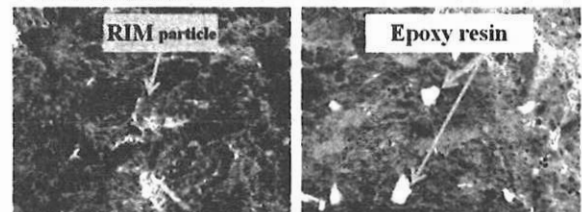


Fig.8 State of the break side

6. まとめ

地上コイルのリサイクル検証手法の一つとして、破砕後のモールド樹脂を添加材として、コンクリート供試体モデルを作成し、強度試験を行った。得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 地上コイル破砕に際して、比較的容易に樹脂と他の部材とを分別することが可能であることを確認した。
- (2) 破砕した地上コイルモールド樹脂は、スランブ量に大きな影響を与えることを確認した。
- (3) 破砕した地上コイルモールド樹脂を添加材としてコンクリートに混合した供試体で強度試験を行った結果、ベースコンクリートに比べ、強度の向上が認められた。

7. 今後の予定

今回の試験では、コンクリートに添加する樹脂量としては非常に少なくなっている。破砕樹脂は骨材に比べ比重が小さく、細骨材の代用が出来れば軽量化も可能である。今後、この混合比率を増やすことを検討し、併せてコストに関しても整理を行う予定である。

なお、本研究は国土交通省からの国庫補助を受けて実施した。

参考文献

- 1) 高橋紀之, 鈴木正夫: コンクリート添加材としての地上コイルモールド樹脂リサイクル利用, 土木学会 第67回年次学術講演会概要集, pp.213-214, 2012