

221 電磁圧接用細線コイルの性能に及ぼす線材拘束の影響

三重大学 工学部
三重大学 工学部
三重大学 大学院

小 嶋 昌 俊
玉 置 維 昭
神 谷 実

1. 緒言

電磁圧接法で細線コイルを用いると電磁力でコイルが変形して破壊に至る。その結果、後述のごとくコイル内での磁界の発生が著るしく阻害させられる。そこで、流体や粉体の慣性抵抗で線材を拘束してコイルの破壊時期を遅らせ、そのことで発生磁界を大きくすることを検討した。流体拘束の効果は発生磁界の最大値とその半値幅（最大磁界の1/2以上の磁界を発生している時間）で評価した。

2. 実験方法

コイル線材の拘束方法をFig. 1に示す。図のコンクリート容器の内矩は直径270mm、深さ150mmである。この容器に水、砂、泥を各々入れてコイルを拘束した。コイルは線径1.26mmと2.48mmの被覆銅線を塩化ビニル管（外径25mm、内径21mm、長さ65mm）の外側にソレノイド状に巻いて作成した。このコイルを容量470 μ Fのコンデンサを有した大電流発生装置に接続し、電流を流した。磁界を測定するサーチコイルや圧接試験片は塩化ビニル管の中に設置した。容器内の流体が実験時に飛散しないよう、容器に軟鋼製の蓋を付けた。

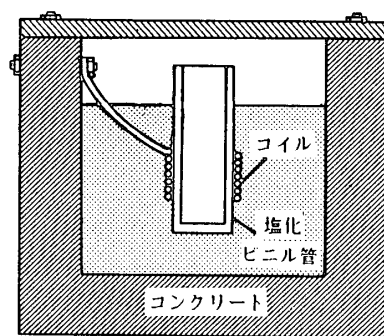


Fig. 1 実験用水槽およびコイルの設置図

3. 実験結果

Fig. 2に空中（非拘束）、水中、砂中型コイルを流れる電流と、各コイルの発生する磁界の時間による変化の例を示す。コイルは線径1.26mmの8巻コイル、コンデンサ充電電圧は4kVの場合である。図のごとく電流と磁界で時間による変化の様子が異なり、電流曲線には山が二度現れるが、磁界曲線には山が一度しか現れない。電流波形の最初の山と磁界波形の山とが時間的に一致することより、電流波形の二番目の山はコイルが線輪間で短絡し、その機能が時間とともに失われるために発生すると考えられる。磁界の発生時間が空中、水中、砂中型コイルの順に長くなること、磁界の最大強度もこの順に大きくなることなどから、水中や砂中にコイルを設置することがコイルの破壊を遅らせて磁界を大きくすることに効果のあることが分かる。

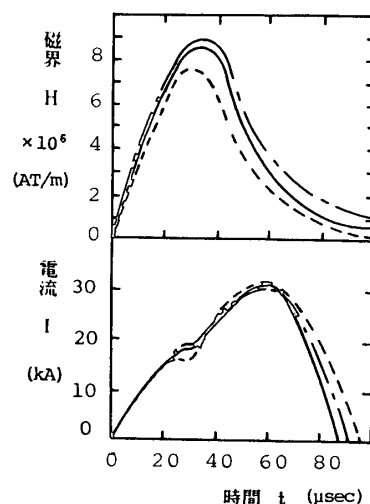


Fig. 2 磁界、電流の変化曲線

Fig. 3は各コイルの最大磁界H、磁界の半値幅 T_h 、最大磁界時の電流値Iのコンデンサ充電電圧による変化を示す。いずれのコイルでも充電電圧が1kVまでは最大磁界とその時の電流値が充電電圧に比例して増大

溶接学会全国大会講演概要 第41集 ('87-10)

する。この条件でのコイルは通電後もほとんど変形せず、磁界の半価幅は一定となる。充電電圧が1kV以上になっても最大磁界やその時の電流値は増大するが、その割合は充電電圧の増加とともに減少する。この条件でのコイルは通電時に破壊し、磁界の半価幅は充電電圧の増加とともに急速に小さくなる。充電電圧が増加すると最大磁界、その時の電流値、磁界の半価幅の各値にコイルの拘束条件による差が生じ、空中、水中、砂中コイルの順にいずれの値も大きくなる。従って、水や砂によるコイルの拘束は充電電圧の増加とともに有効になり、また、水よりも砂による拘束効果の方が優れていると言える。

Fig.4 はコイル線径を1.26と2.48mmにした場合の最大磁界の充電電圧による変化を示す。細線コイルの方がピッチ幅の狭いため、充電電圧2kV迄の最大磁界は大きい。しかし2kV以上では、太線コイルの方が変形しにくいので最大磁界が大きくなる。

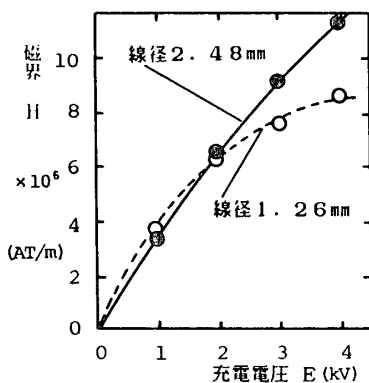


Fig.4 線径による磁界の比較曲線

Fig.5 は線径2.48mmの13巻コイルで求めたコイル拘束の効果を示す。コイル線径や巻数を変えてもコイル拘束の効果は同様に現れること、砂と泥では拘束効果がほぼ同じであることが分かる。充電電圧7kVにおける拘束効果は最大磁界で11%、磁界の半価幅で26%程度である。

上図の砂中拘束型コイルを用いて銅の接合試験を行った結果をFig.6に示す。継手の外管肉厚は0.6mm、コンデンサ充電電圧は8kVとした。接合界面の写真から、アルミニウムの場合と同様の波形をした接合界面の得られることが分かる。同じ条件で行った非拘束型コイルでは接合できなかったため、コイル線材を拘束することが電磁圧接に有効であると言える。以上の結果より適当な太さの線材でコイルを巻き、それを砂で拘束すれば、変形抵抗の高い金属でも圧接可能となることが明らかとなった。

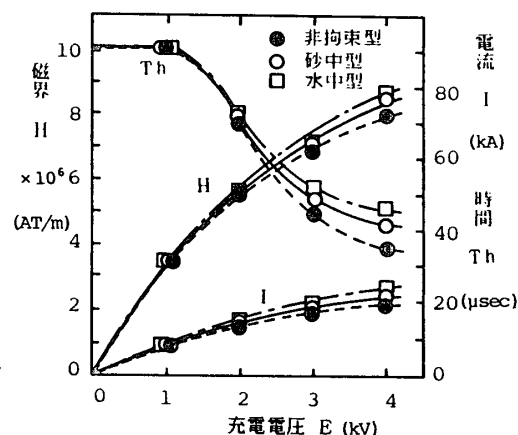


Fig.3 充電電圧に対する磁界、電流、半価幅の変化曲線

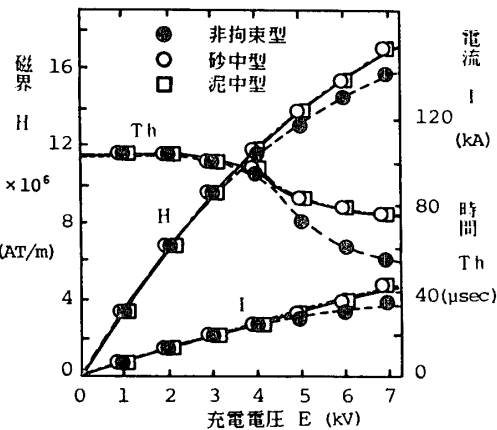


Fig.5 充電電圧に対する磁界、電流、半価幅の比較曲線

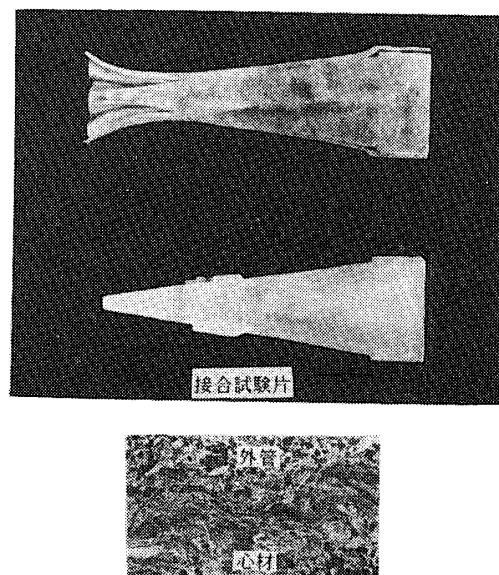


Fig.6 接合試験片断面および接合界面