

(415)

遠心テルミット法による複合構造管製造の概要

東北工業技術試験所

○小田原修 池内準

I 緒言

遠心テルミット法は、引張強度や靱性に富んだ金属と耐熱性、耐食性、耐磨耗性に富んだセラミックスを複合させそれらの両特性を備えた金属-セラミック複合構造管を提供する一つ的手段として提案された方法である¹⁾。そこで本研究では、遠心テルミット法の原理をより明確に把握するとともに、遠心テルミット法の可能性あるいは限界を評価するために、原理に則り複合構造管を製造し諸特性を調べた。

II 原理

テルミット反応の代表的な例は、 $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe} + 3265\text{kJ}$ のようなアルミニウム粉末と酸化鉄粉末による酸化還元反応である。この反応によると、 Al_2O_3 1モルあたり約800kJの発熱があり、反応中心温度は理論的に3,000℃以上の高温になる。したがって、Fig. 1に示すように、高速回転している中空金属管内でテルミット反応を誘導すると、反応熱により反応生成物および外層金属の内面が溶け、遠心力の作用により生成物は均一な厚さで外層金属管内面に結合する。また、生成物中に介在するガスは内面に除去される。セラミックは金属より密度が小さいため、生成セラミック層は主に内側に形成され、外層金属層と生成セラミック層の間隙領域には生成金属層が形成される。この中間領域の生成金属の存在により、外層金属とセラミックは強固に結合し、熱衝撃や機械的衝撃に強い複合構造管となり得る。

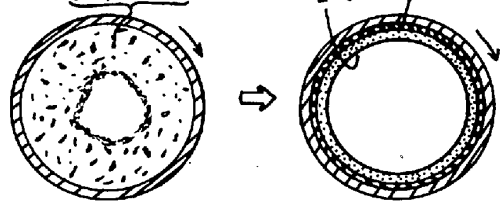
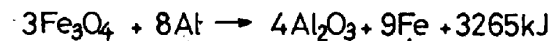


Fig.1 Principle of a C-T process.

III 方法

Fe_3O_4 -Al系テルミット剤328gを外径76mm、管長100mmの配管用炭素鋼管中に分布し、これを小型遠心機に固定し200gの遠心力場で試料先端をアセチレンバーナで加熱着火し反応を起した。反応後10分間回転を維持し試料を放冷した。肉厚が2mm, 3mm, 4mmの鋼管を用いそれぞれ実験を行った。

IV 結果と考察

得られた複合構造管の断面の顕微鏡観察の結果、生成金属は外層金属側から樹枝状に成長しており、生成セラミックでは内面向うほど結晶粒が大きく成長していた。肉厚2mmの鋼管を用いて実験した結果では、管の中央部近傍が一部溶解し生成物の流出している個所があった。一方、他の肉厚の鋼管を用いた場合にはそのような現象はなく、外層金属と生成金属との溶着状態も良好であった。生成金属と生成セラミックの分離はいずれの場合も良好であり、境界に空孔を残留している部分もあるが結合状態も良かった。また、硬さ試験や圧壊試験等により材料特性を調べた結果、外層金属管の肉厚の差異による材料特性の変化はほとんど確認されなかった。セラミック層のビッカース硬さは、測定個所により多少のバラツキがあるが約1500であり、外層金属の約1.5倍の硬さを有していた。セラミック層と金属部間の圧縮剪断応力は約20MPaであり、セラミックの結合性は従来の接着等で得られる結合性よりかなり良いと評価出来た。圧壊試験の結果、本複合構造管は外層金属管と同等以上の圧壊強度を有していると評価出来たが、圧壊ひずみ量が約4%でセラミック層に亀裂が入り、圧壊強度は急激に減少した。セラミックの見掛けの気孔率は約5%であったが、生成物層の厚さより推定した生成物の見掛けの気孔率は15%以上であった。 —文献—1) 小田原修：東北工業技術試験所報告，11(1980)，53。