

コンクリートへの溶射適用技術の研究 (第1報)

— 密着強さに及ぼす溶射条件の影響について —

機械金属部 森田春美, 清藤純一

Study of Thermal Sprayed Coating on Concrete (I)

— On the effect of coating condition on the adhesive strength —

Harumi MORITA and Jun'ichi KIYOFUJI

溶射技術の新しい適用分野の開発としてコンクリート構造物へのアーク溶射適用について検討した。その結果、加熱温度によるコンクリートの強度変化、溶射距離によるコンクリート表層部および内部の温度変化、溶射皮膜の密着力を確認することができた。また、溶射距離、溶射速度、溶射電流などコンクリートへアーク溶射を適用するための各溶射条件を把握することができた。

1. はじめに

溶射法は、80年前に開発されて以来、材料の表面改質技術として、各工業分野において広く利用されている。しかし、近年材料に要求される機能の多様化が進んできていることから、材料の耐熱性、耐摩耗性、耐食性などの機能を向上させる表面処理あるいは表面改質の有効なプロセスとして注目されてきており、新たな適用分野が拡大されてきている。

本研究ではこの溶射技術の新しい適用分野の開発としてコンクリート構造物への適用を試みた。

従来、コンクリート構造物は耐久性に優れ、70～100年の寿命があるといわれているが、コンクリートの表面は見るから冷たいイメージがあり、これに対処するために塗装を行いその外観の向上を図っているのが現状である。このコンクリート表面に金属溶射を適用することによりコンクリートの耐久性の利点を生かし、高耐食性金属皮膜と金属装飾デザインを複合することにより、建築用内装材や外装材など、コンクリート製品の新たな分野への利用技術が期待できることからコンクリートへの溶射適用技術について検討を行ったので報告する。

2. 供試材および実験方法

2.1 供試コンクリート

実験に用いたコンクリート試験片は、ポルトランドセメント、砂(海砂)、水の混合比を2:6:1.5として攪拌打ち込み後、48時間気中で養成し、型枠からコンクリートをはずし、2週間の水中養成の後、さらに室温2週間程度自然乾燥を行った。予備実験の結果より、ブラスト処理を施さないコンクリートでは溶射皮膜の剥離や密着強度不足が確認されているので、溶射の前処理として、全ての供試体にブラスト法により粗面化を行った。なお試験片の大きさは厚さ50mm、幅60mm、長さ100mmである。ブラスト処理には新東ブレーター(株)製のMY-30E、投射材はアルミナ#36を使用した。ブラスト条件は投射圧 5 kg f/cm^2 、ブラスト距離200mm、ブラスト時間は1試料あたり5秒とした。

2.2 溶射材料および溶射方法

溶射材料はオーステナイト系ステンレス鋼のSUS316、銅、アルミニウムを用い、溶射には溶射技研(株)製のアーク溶射装置、Coaken-eAs200(最高出力電流350A)を用いた。

表1 アーク溶射条件

溶 射 材 料	線 径 (mm)	電 流 (A)	電 圧 (V)	エア圧 (kg/cm ²)	溶 射 距 離 (mm)
ステンレス鋼 (SUS316)	1.6	200	30	5	200, 300, 400
銅	1.6	200	36	5	200, 300, 400
アルミニウム	1.6	160	28	5	200, 300, 400

溶射条件は表1に示すとおりであるが、溶射ガンの左右移動は手作業で行い、その移動速度は約20m/minとし、皮膜厚さは約300 μ mになるように調整した。

2.3 実験方法

本実験では、溶射時においてコンクリートの表面がアーク熱により加熱されることから、コンクリートへの熱影響と高温強度、また溶射皮膜のコンクリートへの密着強度について検討した。

高温強度および密着強度の測定は、供試体の中心部に直径40mmの鋼製の引張り器具を接着し、図1に示すような試験治具を用いて、島津製作所製の万能試験機(100TON)で行った。試験加重の負荷条件は各試料とも1TON/minで実施した。

なお、治具の接着には昭和高分子(株)製のエポキシ系2液型の接着剤を使用し、治具側に適量塗布し、約1kgの加重を加え、20℃で2日間保持した。

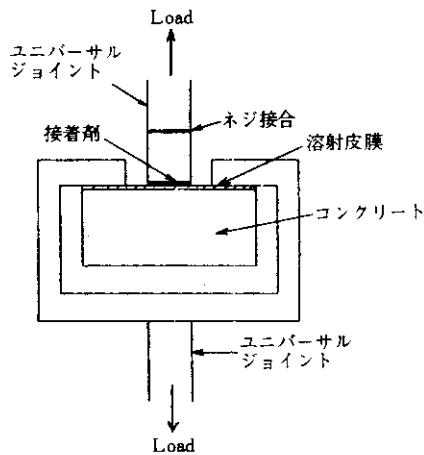


図1 強度測定用治具

3. 実験結果と考察

3.1 コンクリートへの熱影響

コンクリートの強度は加熱温度が250℃付近から低下をし始め、500℃後から急激に低下する¹⁾といわれているが、確認のために、常温、100℃、150℃、200℃、250℃、310℃の6条件で加熱したコンクリート試験片について引張り強度試験を行った。強度試験は実験方法で記した条件で行い、その結果を図2に示す。

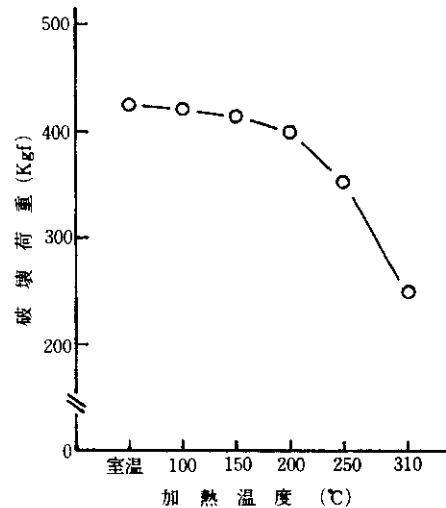


図2 コンクリートの高温強度

200℃まで強度の低下は差程見られないが250℃を越えると強度が低下し始め、310℃になるとその強度は約1/2になる。

従ってコンクリートへの溶射については温度の管理が必要になるので、アーク溶射の場合のコンクリートの表層部および内部の温度変化について検討した。溶射距離を変えて検討した表層部の温

度測定結果を図3に示す。この図は溶射層数を5層で行ったものであるが、溶射距離を50mmにした場合、最高温度は400℃まで上昇し、また100mmでも290℃まで上昇する。この結果からコンクリートへの適正な溶射距離は200mm以上が必要であることがわかった。また溶射層数が多くなるほど表層部の温度は上昇するため、厚い皮膜を得るには表層部の温度上昇を防止するために、ある程度積層したら溶射を中断し、コンクリートを冷却する必要がある。なお、コンクリート内部の温度は50℃程度までしか上昇しなかった。

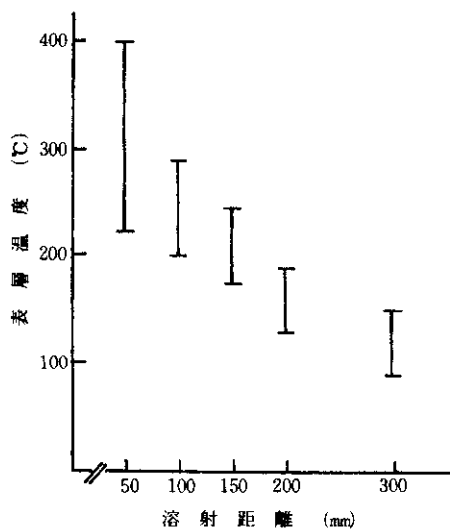


図3 コンクリート表層部の温度上昇

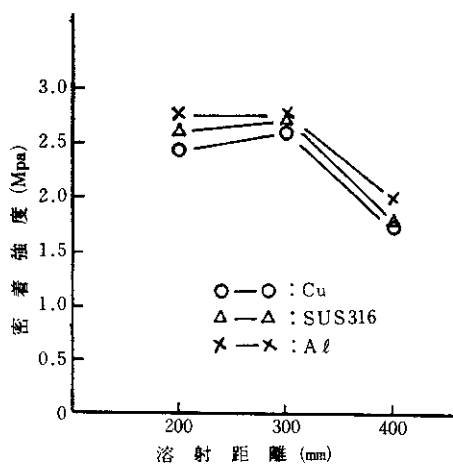


図4 密着強度試験の結果

3.2 密着強度試験

溶射皮膜の密着強度試験は薄付け仕上げ塗材の付着強さ試験 (JIS A 6909) に準拠して行い、SUS316皮膜、銅皮膜、アルミニウム皮膜を溶射距離を200mm, 300mm, 400mmとして形成した試料について行った。図4にその結果を示す。

試験片は全てコンクリート内部で破断しており密着性は良好であった。

一般にコンクリートの強度は圧縮強度で示され、通常は圧縮強度の10~13分の1程度が引張り強度と言われている。本実験で使用したコンクリートの混合比は二俣らの実験とはほぼ同じ条件で作製したものであり、これからするとコンクリートの引張り約1.8~2.4Mpaとなる。これを試験結果に適用すると銅、SUS316皮膜では溶射距離、300mmまでは高い密着力が得られるが400mmになると密着力が低下してくる。しかし、アルミニウム皮膜は400mmの溶射距離でもかなり良好な密着力を示している。このことはアルミニウム皮膜の密着性が高いためと思われる。

なお、密着強度が予想よりも高かったため、接着剤が溶射皮膜を通過してコンクリートまで浸透したことも考えられたが、図5に示すように接着剤の浸透は認められなかった。密着強度が高かったのは溶射条件が適正であったことと、コンクリート試験片を作製した際に使用した砂の粒度を14メッシュ (1.19mm) に粒度調整したため、緻密なコンクリートができたためと思われる。

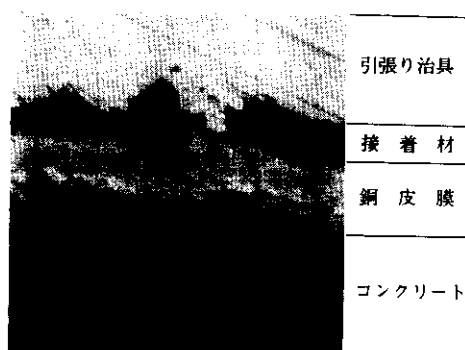


図5 接着部断面 (×200)

4. おわりに

本実験で得られたことをまとめると以下のようになる。

- (1) コンクリートの強度は、加熱温度が250℃を越えると低下し始めるので、溶射に際しては温度管理が必要である。
- (2) アーク溶射の場合、溶射距離が200mm以下になると表層部の温度は250℃を越えるので、コンクリートに溶射を行う場合、200mm以上の溶射距離が必要である。また、厚い溶射皮膜を必要とするときは、表面温度を確認しながら適当な冷却が必要である。
- (3) SUS316, 銅, アルミニウム皮膜をコンク

リートに形成する場合の適正な溶射距離は200～300mmが適当であり、十分な密着力が得られることがわかった。

以上のことから、コンクリートへのアーク溶射適用条件が把握できた。本研究は試験片についての検討であるため今後は実製品への応用について研究を継続する予定である。

参 考 文 献

- 1) 日本コンクリート工学協会編：コンクリート便覧，技報堂出版（1976）
- 2) 二俣他：溶接学会全国大会講演概要，41，226（1987）