

V-269 エポキシ樹脂塗装鉄筋のガス圧接性に関する実験

首都高速道路公団 正員 ○柄川伸一

首都高速道路公団 正員 小島 宏

清水建設株式会社 矢部喜堂

1. まえがき

近年、鉄筋コンクリート構造物の耐久性向上に役立つ材料としてエポキシ樹脂塗装鉄筋が注目され、一部実用されつつある。また、鉄筋の継手方法としては、重ね継手、ガス圧接等が用いられているが、このなかでもガス圧接がわが国では広く使用されている。エポキシ樹脂塗装鉄筋の接合においても、経済性の観点からガス圧接工法の適用が望まれている。しかし、ガス圧接工法においては、エポキシ樹脂塗料がガス圧接継手性能に及ぼす影響、火熱を加えることによる塗料の損傷に対する補修方法等の問題がある。本研究ではエポキシ樹脂塗装鉄筋の圧接を行い、樹脂塗装のガス圧接性に及ぼす影響について次のような調査をした。

- (1) 黒皮鉄筋とエポキシ樹脂塗装鉄筋のガス圧接性の差異
- (2) エポキシ樹脂塗料の種類によるガス圧接性の差異
- (3) 鉄筋端面の状況（塗料の付着の有無、すきまの大きさ）によるガス圧接性への影響
- (4) 圧接継手のエポキシ樹脂塗装損傷部位の補修方法

2. 試験概要

JIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）のSD30、D32の電炉製品1ロットを用い、塗料メーカー5社のエポキシ樹脂塗料を用いて粉体塗装を施し、この塗装鉄筋の端面をグラインダーがけしたもの（端面の塗料を除去したもの）とグラインダーがけしないもの（端面塗装のまま）のそれぞれについて自動ガス圧接装置により圧接を行い、圧接性について調査した。

塗装方法はスウェーデン規格のSa 2½（ニアホワイト）までブラストした後、塗膜厚さ $180 \pm 50 \mu\text{m}$ を目標として静電粉体塗装を行った（表-1）。また、塗装後、外観、塗膜厚さ、硬度、付着性の検査を行い異常のないことを確認した。

表-1 異形鉄筋用エポキシ樹脂塗料の成分組成

塗料メーカー 組成成分	A	B	C	D	E
エポキシ樹脂	(%) 69.5 特殊変性エポキシ型エポキシ樹脂	(%) 55.0 エポキシ型エポキシ樹脂 5.0 反応性エポキシ樹脂	(%) 68.0 エポキシ型エポキシ樹脂	(%) 84.0 エポキシ型エポキシ樹脂	(%) 76.0 エポキシ型エポキシ樹脂
硬化剤	23.0 フェノール系可とう性付与硬化剤	22.0 フェノール系	20.0 フェノール系	10.5 アミン系	14.0 フェノール系
顔料	5.0 酸化チタン 0.2 フタロシアニンブルー 0.1 酸化鉄黒 1.7 特殊体質顔料	16.5 酸化チタン 0.5 シヤニン系フタロシアニンブルー	(着色顔料) 8.3 チタン(白) 0.7 フタロシアニンブルー 0.2 有機系レッド 微量 カーボンブラック 0.6 シリカ(体質顔料)	1.0 フタロシアニンブルー 4.0 酸化チタン	4.0 フタロシアニン系 3.6 酸化チタン 5.0 体質顔料
添加剤	0.5 表面調整剤 高分子アクリル	1.0 微粉シリカ	2.2 流動調整剤	0.5 アクリル系	1.0 アクリル系
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3. 試験結果

3-1 引張試験

グラインダーがけをしないものはすべて圧接面で破断し強度も極めて低い値を示し、破断面は全面にわたってフラット破面であった。一方、グラインダーがけしたものは、塗料メーカー1社のすきま3mmの圧接材を除いて、すべてが母材部分で破断しており、強度も母材と同等の値を示した。

3-2 曲げ試験

引張試験と同様、グラインダーがけをしないものはすべて極めて小さい曲げ荷重で圧接面より破断した。一方、グラインダーがけしたものは破断せず、継手の曲げ強度は母材と同等と認められる。

3-3 破面試験

グラインダーがけをしないものは、すきまの大小に関係なくすべての試験片がフラット破面率86%以上であった。一方、グラインダーがけしたものは、フラット破面率30%程度のものが多くみられる。また、圧接

条件を改善することによりフラット破面率を10%以内にすることができた(図-1)。

3-4 マクロ組織試験

グラインダーがけをしないものは、すきまの大小に関係なく不完全接合部が全断面にわたってある(写真-1上)。

一方、グラインダーがけしたものは、すきまの大小に関係なく不完全接合部は圧接部の周辺部にみられ、その深さは比較的浅いものであった(写真-2上)。

3-5 ミクロ試験

グラインダーがけをしないものは、すべての圧接面にフェライトバンドと黒灰色層が存在し、不完全な接合となっている(写真-1下)。

一方、グラインダーがけしたものは、黒皮鉄筋の圧接材と同様に旧境界を超えた結晶粒の発達が見られ、接合面は消失し良好な接合が得られている(写真-2下)。

3-6 X線マイクロアナライザー分析(定性分析)

塗装鉄筋の圧接部の破面に存在する微視的な被膜が生じている原因を究明するために、特に、塗料に含まれているチタンについて定性分析を行った。その結果、鉄筋端面のグラインダーがけをしたものでは素材と同程度の分布であるが、グラインダーがけしないものでは被膜の存在する位置において多く検出され、この被膜は塗料に起因するものであると思われる(写真-3、4)。

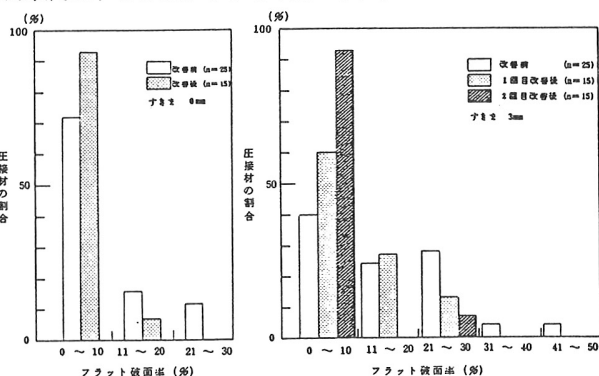


図-1 圧接条件改善の結果

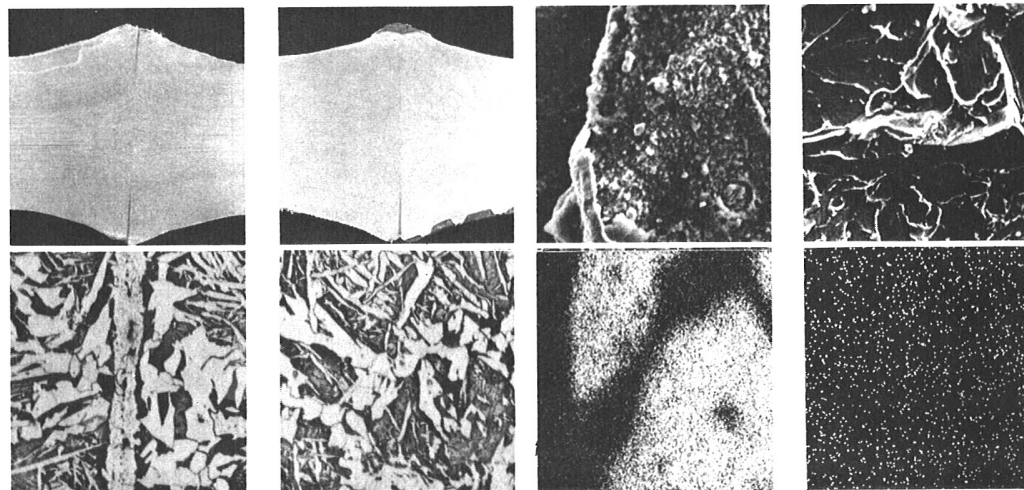


写真-1 圧接部の組織 写真-2 圧接部の組織 写真-3、4 圧接部破面の電顕観察(上)と定性分析(下)
(グラインダーがけ無) (グラインダーがけ有) (左グラインダーがけ無、右グラインダーがけ有)

4. あとがき

鉄筋端面のグラインダーがけの有無により引張強度、曲げ強度、フラット破面率、マクロ試験(圧接面外観)、チタン濃度等すべてについて差異が著しいことがわかったが、エポキシ鉄筋の圧接に際しては圧接端面を十分にグラインダーがけして最適接合条件にて圧接を行うことにより母材と同等の強度を有する良好な圧接継手を得られることがわかった。また、圧接により塗膜が焼失または変色した部分については防食性が期待できず補修塗装の必要がある。塩水噴霧試験によると、その部分は圧接部を中心にして変色部を含め左右105~138mmであった。