

樹脂材を用いたケーブルの定着構造に関する研究

ものづくり大学	フェロー会員	○北條	哲男
東京製綱㈱	非会員	甲斐	康幸
東京製綱㈱	非会員	山口	健悟

1. 目的

ケーブル定着構造は、大きな荷重を他部材へと伝達する設計上の重要なポイントであり、使用されるケーブルの種類により端末部には様々な加工が施されている。わが国では、合金鋳込みを前提とした日本工業規格に船用ワイヤソケットに関する記載があり、道路橋示方書において一般的な橋梁構造物に対しては JIS に基づいた設計法が提示されている。一般的には合金鋳込みによるソケット加工が多いが、熔融金属は熱により鋳込み部のケーブルに強度低下を及ぼす。高い疲労強度等特別な性能が要求される斜張橋用ケーブル等の場合には、種々の構造・材料を用いたソケット定着法が開発され、実橋で使用されている。常温鋳込みが可能な高強度な樹脂を用いれば熱の影響を受けにくく、加工性や強度特性が向上する。

本研究では、ケーブル定着部に樹脂を用いた鋳込み法を検討するため、まず樹脂の基本的な特性を把握する材料試験を行い、樹脂を用いた設計法について検討を行う。

2. ケーブル定着法について

我が国では、日本工業規格 ((JIS F 3432-解説) に合金鋳込みを用いたソケット定着法に関する規格があり、構造用ケーブルには、亜鉛銅合金が用いられる場合が多い。亜鉛銅合金鋳込みの場合、ソケット内部で素線を茶せん状にばらした後、熔融した亜鉛銅合金を鋳込むため定着部の素線は熱影響を受けやすい。

亜鉛銅合金鋳込みソケットにおいては、ケーブルに負荷される張力はソケット内の素線の付着力により鋳込み金属に伝えられる。鋳込み部の形状は、亜鉛銅合金が受ける圧縮強度に対して抜け出すことがない強度を確保するように定める。

海外においては、1980年代から金属鋳込みとともに樹脂鋳込みによる規定が整備されており、既に橋梁を含む多数の土木建築構造物に適用されている。EU 各国では樹脂鋳込み方法に対しての規格類が共通化される方向で検討されている。国際標準化機構 (ISO) にソケット定着法に関する規格があり、英国規格協 (BS) や欧州統一規格 (EN) でも樹脂鋳込みによる規格が整備されつつあり、使用する樹脂材としてポリエステル樹脂とエポキシ樹脂が基本とされている。ポリエステル樹脂材の主な特性として、①比重 1.54~1.96, ②圧縮強度 90N/mm²以上, ③弾性係数 6,000N/mm²以上, ④せん断強度 15N/mm²以上等が規定されている。

3. 樹脂材の材料特性

本研究ではポリエステル樹脂に着目し、JIS 試験法に基づいて樹脂材の基本特性について調査した (表 1)。

圧縮特性に関しては、JIS に基づき作成した試験体 I (横 50×縦 10×厚さ 4mm) と海外規格の試験法に準拠した試験体 II (40×40×40mm) の二種類の試験体で行い、比較した。その結果、ポリエステル樹脂の圧縮強度は立方体形状の実測値は 140N/mm²となった。



図 1 試験体 I



図 2 試験体 II

キーワード ケーブル, 定着構造, 樹脂材, 圧縮強度, 引張試験

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 ものづくり大学 TEL048-564-3898

表 1 材料試験結果

評価項目	測定値	備考
比重	1.85	JIS K 7112
圧縮強度 I (N/mm ²)	87.2	JIS K 7018
圧縮強度 II (N/mm ²)	140	ISO 604
弾性係数(N/mm ²)	7,900	JIS K 7203
せん断強度(N/mm ²)	47	JIS K 7058

4. 引張試験

4-1. 試験体

試験体ケーブルとして直径 7 mm (ワイヤ引張強度 1,770N/mm²) のワイヤ 61 本で構成された平行線ケーブル (規格破断荷重 4,160kN) を用いた。ソケットの一端は、ポリエステル樹脂を鋳込み材として使用して加工し、他端は通常の亜鉛銅合金止め加工を施してケーブルの引張試験を行った。試験に用いたポリエステル樹脂加工を用いたソケットの外形寸法を表 2 (D:ソケット外径, L:ソケット長) に示す。

表 2 試験体寸法

試験体	D(mm)	L(mm)
試験体-1	180	310
試験体-2	180	310
試験体-3	180	288
試験体-4	180	288

4-2. 試験結果

引張試験 (表 3) の結果、いずれの試験体の破断荷重も規格値 4,160kN を満足した。解体調査した結果、断線発生位置は全てケーブル一般部であり、ソケット近傍での破断は見られなかった。この試験結果から、ポリエステル樹脂を用いたソケット定着構造は亜鉛銅合金止めと同等以上の性能を持つことが把握できた。

表 3 引張試験結果

試験体	破断荷重(kN)	破断値 / 規格値(%)
試験体-1	4,350	105
試験体-2	4,340	104
試験体-3	4,340	104
試験体-4	4,360	105

5. まとめ

本研究では、鋳込み材としてポリエステル樹脂を用いたケーブル定着法に関する基礎的試験を行い、その適用の可能性を検討した。樹脂鋳込み法は常温加工が可能であり素線への熱影響も少ないことから強度特性に優れており、疲労特性も向上することが期待できる。また維持・管理の観点から、既設橋梁の現場補修などに適用が可能と思われる。

【謝辞】

本研究は、平成 26 年度独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金、基盤研究 (C) 26350457) を受け、実施した研究の成果である。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：「構造用ケーブル規格」，1994 年
- 2) 土木学会：鋼構造シリーズ 16「ケーブルを使った合理化橋梁技術へのノウハウ」，2007 年
- 3) 北條哲男：「ケーブル定着構造に関する基礎的研究」，土木学会第 57 回年次学術講演会，2002 年
- 4) 森野徹ほか：「樹脂によるソケット加工とその開発について」，資源・素材 2008 年