

ケーブル被覆管の割れ発生原因の調査

阪神高速技術(株) 正会員 ○岡本 亮二
阪神高速技術(株) 正会員 高村 義行
阪神高速道路(株) 正会員 林 訓裕

1. 目的

平成 21 年度、斜張橋のケーブル被覆の高密度ポリエチレン管 (以下 PE 管) に、割れと錆汁 (図-1) が確認された。この損傷から内部へ水が浸入し、素線や定着部の腐食発生が懸念されたため、平成 22 年度に詳細点検を実施した。その結果、素線腐食は非常に軽微であったが、その後の腐食進行や水浸入が考えられたため、補修工事を実施した。切除した PE 管を観察したところ、ケーブル外面に塗布したと思われる塗料が破面に付着していたことから、竣工時より割れていた可能性が考えられた。

そこで、補修工事にて切除した PE 管を用いて各種試験を行い、割れ発生の原因調査を実施した。



図-1 PE 管の割れと錆汁

2. 調査対象

割れが確認されたケーブル断面を図-2 に示す。この斜張橋のケーブルは全部で 72 本あり、割れが確認されたのは南側の 1 本のみである。

外径 160mm、PE 管厚 6.8mm、グラウト充填された PWS (φ7-211) である。

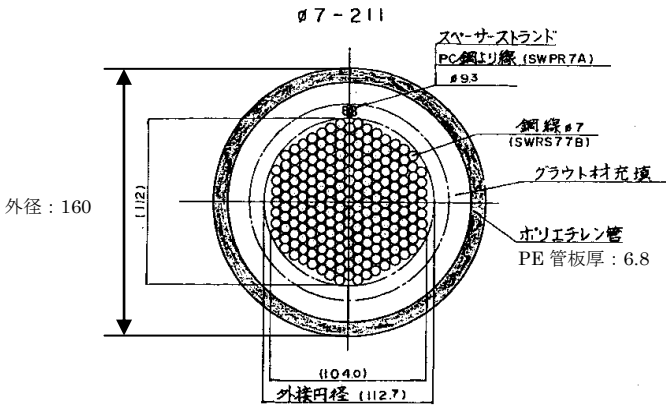


図-2 ケーブル断面

3. 調査内容

割れ発生原因を調査するため、「割れ部の観察」「材料強度」「材料物性」の 3 つに着目して調査を実施した。

表-1 に調査項目、箇所、目的などを示す。

表-1 調査項目一覧

調査項目	調査箇所	数量	目的	取得データ	評価	使用機器	
割れ観察部の	外観/破面観察	・ 調査品全体	一式	損傷状況の把握	・ 損傷形態 ・ 割れの発生起点 ・ 初期欠陥の有無 ・ 内外面 (段差や塗装) の状況	外観状況を詳細観察し、き裂発生原因の有無を確認	・ デジタルカメラ ・ 走査型電子顕微鏡
強度試験	引張試験	・ 割れ近傍 ・ 割れ部	軸方向: 6本 周方向: 2本	材料強度 (劣化状況) の確認	・ 降伏点 ・ 引張強さ	引張降伏点の設計値 190kgf/cm ² を満足しているかを確認	・ 引張試験機
	硬さ試験	・ 割れ近傍 ・ 一般部	各 10 回		・ デュロメータ硬さ値	一般的な PE 材との硬さ値の比較、および局部的な強度差の有無を確認	・ デュロメータ硬さ試験機
物性・化学分析	融点測定	・ 一般部	1ヶ所	PE 管の融点の確認	・ 融点	塗装時の入熱温度の影響を知る為、素材の融点を確認	・ 熱量測定 - 示差熱分析装置
	熱履歴測定	・ 割れ近傍 ・ 一般部 (各外表面/内表面側)	各 2ヶ所	塗装時の加熱状況 および温度ムラの確認	・ 熱履歴 (最高温度)	塗装時の入熱温度が最高 198℃ とあるが、実際は何度であったかを確認	・ 示差走査熱量計
	破面付着物分析	・ 破面の付着物 ・ 内表面の付着物	各 1ヶ所	付着物の含有成分確認	・ 成分元素 ・ 構造式	割れの発生・進展を促す成分の有無を確認	・ X線分光分析装置 ・ 赤外分光分析装置 ・ X線回折装置

4. 調査結果

1) 割れ部の観察

図-3 に示すように、破面観察の結果、広範囲に規則的な縞模様が認められ、PE 管外面の塗料が付着していた。この規則的な縞模様は、人為的な模様と判断できることから、PE 管の製作から架設までの間に形成され

キーワード ケーブル被覆, 高密度ポリエチレン管, 割れ, 素線腐食

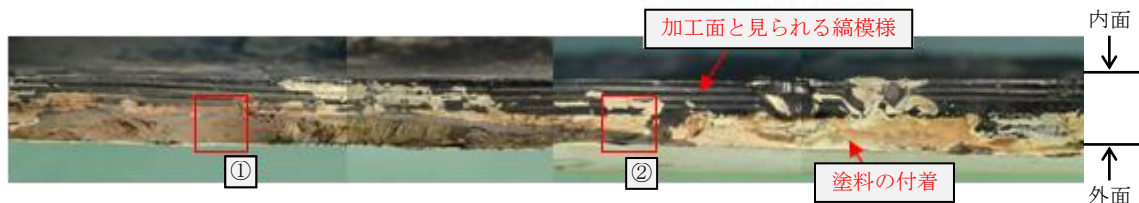


図-3 破面状況

た加工面と考えられる。塗料の付着状況から、塗装の前段階で既に割れが発生していたと判断した。また、図-4 に示す SEM による拡大観察の①部に筋模様が認められた。これは瞬間的に生じた損傷でなく、複数回の応力作用下によるものと考えられ、塗料は認められなかった。図-5 に示す塗料が多く付着している②部は、破面の筋模様部分に塗料は認められず、塗装後にき裂が進展したものと考えられる。

次に、図-6 に示すように断面観察の結果、PE 管厚 6.8mm に対し、割れ発生部では厚さが約 3mm となっており、割れを境界として PE 管の厚さが異なっていた。2 箇所割れ間のみ板厚が薄く、割れ部で段差が生じていることから、当該部は継ぎ足し補修された可能性が考えられる。なお、割れ発生と直接に関連しないと考えられるが、図-7 に示すグラウト注入口接合部にも塗料が侵入しており、接合が不完全であったとみられた。

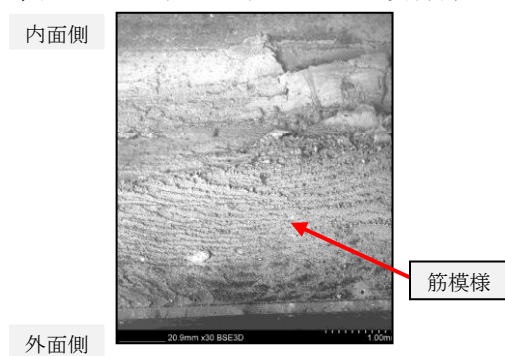


図-4 SEM 観察：①

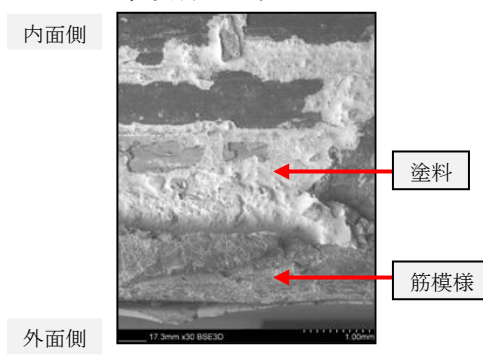


図-5 SEM 観察：②



図-6 断面状況

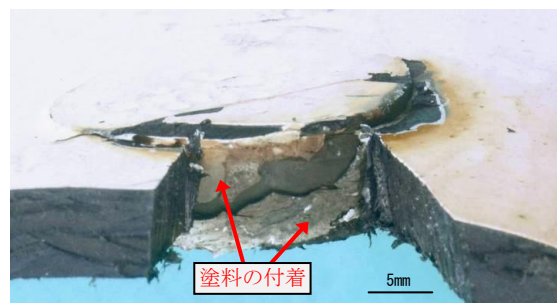


図-7 グラウト注入口

2) 強度試験および 3) 物性および化学分析：試験の結果、特異な材料上の問題はなかった。（詳細は割愛）

5. 発生原因の推定

調査結果は下記のとおりである。

- ・ 塗料の付着範囲から、現場塗装前から部分的に割れが生じていた
- ・ 縞模様は人為的模様と観察、筋模様は塗料の付着がないことから塗装後に進展した
- ・ 割れ部の PE 管厚が異なることから、損傷部は継ぎ足し補修された可能性がある
- ・ 材料上の問題はない

また、このケーブルは、素線と押し出し成形にて一括製作された PE 管を工場にてリールへ巻き付け、現地へ輸送し架設が行われていた。

以上のことから、材料特性に起因したものでなく、ケーブル製作時や輸送時または架設時に何らかの理由により初期割れが発生し、その後の応力作用下で進展したものと考えられる。

参考文献

- 1) 高分子材料の事故原因究明と PL 法、アグネ技術センター1999. 5.