

小口径塩ビ管の破損事故歴の調査

Investigation about history of damaged accidents for small-diameter PVC pipes

○田中良和

○Yoshikazu Tanaka

1. はじめに

高圧パイプラインシステムは、圃場にてスプリンクラーによる散水ができる適切な圧力を支線パイプラインの給水栓まで確保するために、減圧水槽、減圧弁および安全弁などの様々な水利施設や流体機器が設置されている。一年を通して水が利用される畑地かんがいでは、管破損事故は営農や現場復旧に大きな損失と負担を強いるために極力避けなければならないことである。本稿は、塩ビ管の破壊の種類を特定して、どのような荷重が破損の原因であったかを同定することを目的として、破裂した塩ビ管の破裂事故について調査を行ったので報告する。

2. 調査

2.1 対象地区

沖縄県 A 島の B 土地改良区が管理する小口径塩ビ管である。A 島の地層は、地表から地下に向かって、島尻マージ、琉球石灰岩および島尻層の順で構成される。石灰は浸透性があるため、島には河川がない。昭和 62 年度に国営かんがい排水事業が着工され、地下ダムを水源とする送配水パイプラインシステムと約 8160ha の圃場が平成 12 年度に完成した。

2.2 方法

B 土地改良区が管理している小口径塩ビ管の補修工事に関する資料について過去 5 年間の破裂事故の概要を把握した。具体的には、「竣工検査報告書」、「工事目的物引渡書」、「数量総括表」、「数量計算書」、「施工状況写真」および「平

表 1 管水路補修工事の整理項目

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| ① 工事名            | ⑪ 割れの長さ(mm)         |
| ② 契約開始日          | ⑫ 割れの周方向位置 (時計方角)   |
| ③ 竣工日            | ⑬ 埋め戻し基礎材           |
| ④ 施設名            | ⑭ 埋設深(m)            |
| ⑤ 場所             | ⑮ 車道・歩道・圃場          |
| ⑥ 補修費(円)         | ⑯ 道路状況 (カーブ・交差点・直線) |
| ⑦ 管種             | ⑰ 舗装の有無             |
| ⑧ 管径(mm)         | ⑱ 道路幅(m)            |
| ⑨ 破損の種類          | ⑲ 備考                |
| ⑩ 割れ方向 (軸方向・周方向) |                     |

面図」から破損事故歴を調べ、表 1 の項目について整理した。さらに、破裂事故で破壊した塩ビ管 4 本を収集して、断面について破面解析の知見に基づいて破面観察を行った。ここで、破面解析(クラフトグラフィ)の知見を援用して破面に記録された破壊の過程を推察し、破裂した塩ビ管の破裂事故の原因究明を試みた。

3. 結果

主要な破損は口径 100~200mm の塩ビ管による軸方向の割れであった。き裂の位置は施工状況写真に撮影されていない場合が多数であったが、記録のある場合は 12 時の方角(管頂)が最も多く、2 時 10 時や 5 時 7 時の方角も多数あったが、3 時 9 時などの水平方向は少なかった。管の軸方向に沿った割れは、長さ 100~200mm 程度のき裂が多かった。施工状況写真を観察から、この

農研機構 農村工学研究所 Institute for Rural Engineering、塩ビ管、破面解析、疲労破壊、水撃圧

き裂は鋸歯状の細かいギザギザの形状の特長があるため疲労破壊である可能性が高い。この特長を持つき裂の発展して長さが 200mm 以上になると、延長が 3m 以上もある鋭利な破面が特徴的なき裂になることが確認された。疲労破壊から脆性破壊に至った可能性が示唆された。

破面解析を行った結果、き裂発生起点は 2 箇所あった。1 箇所目は管の内面側である。2 箇所目は断面内部の変色した箇所である。2 箇所目には段差模様（ラチェットマーク）が発生しており、瞬間的な過大な応力によってき裂が発生したと推察される。き裂の断面には、縞模様（ビーチマークまたはストライエーション）が確認され、疲労破壊であることが推察された。

大きなき裂では、TS 管や PR 管の継ぎ手部分に達しているものも多く見られた。末端部分の破損した割合は差し込み側と受け側の両方が同じ程度の割合で存在した。施行状況写真から判断できない

場合もあるが、安全弁やスラストブロックなどの構造物との接続部や少し傾斜のある車道（緩やかな坂道）下において継ぎ手部分に達するき裂が多いようであった。管の破損事故が起きた場所は、車道や歩道が多く、圃場であっても車道に近接した箇所であった。車道においても車速の出る直線区間よりもむしろ減速するであろう交差点手前やカーブが多い傾向があった。管補修工事は割れた管の撤去とドレッサージョイントによる接続工事であった。特徴的なのは、埋め戻し基礎材に石粉（コーラルリーフクラッシャー）を使用していた点である。その他の管破損被害として、スプリンクラー台座などとの接合部における管の周方向のき裂や鋼管の腐食があった。

#### 4. 考察

多くの破損管が、管頂付近の内面側にき裂発生起点がある理由は、管頂付近が相対的に大きな土圧を受け管の歪みが大きく、管の内面側に大きな引張応力が働くためであると推察される。このき裂の断面に 2 箇所目のき裂発生起点がある。つまり、小口径塩ビ管のき裂は、管頂付近に偶然にも 2 箇所目のき裂発生点ができる可能性がある場合に、き裂発生起点となると推察される。

疲労破壊の原因である繰り返し荷重の具体的な現象は、現地観測において、末端の自動給水栓の弁閉塞後に管破損が生じた経験を考慮すると、その一つは日常的な農家の水管理によって繰り返し生じる水撃現象であることが推察された。ただし、現地調査や水理解析の結果より水撃圧は設計水圧内であったため、たとえ、設計水圧以内であっても、疲労により塩ビ管の強度を低下させている可能性が高い。管の破損事故が起きた場所を考慮すると交通荷重による影響についても、今後の検討が必要であると考えられる。

また、石粉は水分を多く含むと非常に柔らかくなり、乾燥が進むと固くなる性質（自硬性）がある。これは通常埋め戻し基礎材として利用される砂にはない特徴であり、道路の路盤材として有効であるが、管路を埋設する道路の基礎材として適切な性能を有しているのかどうかは今後検討される必要があると考えられる。

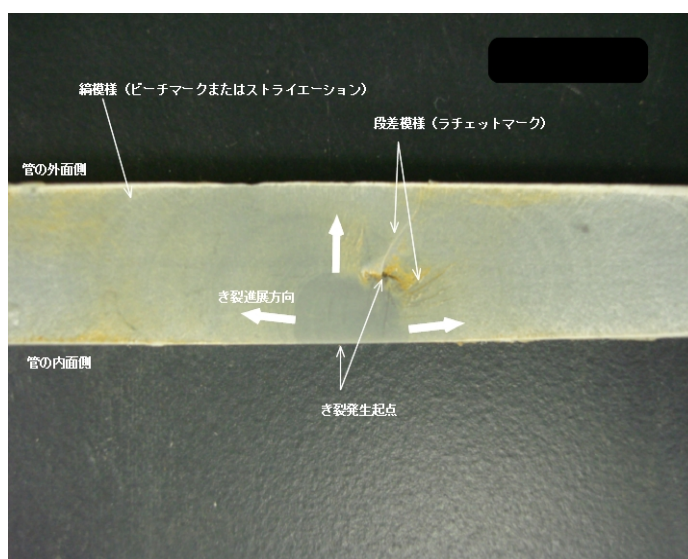


図1 き裂の断面（上が外側、下が内側）