

# ゴム製可とう管の破損原因の分析について

## Factor analysis of failure of rubber flexible pipe

吉久 寧<sup>1)</sup>

Yoshihisa Yasushi

西川 修<sup>2)</sup>

Osamu Nishikawa

### 1. はじめに

今回報告する可とう管の破損漏水が発生した福岡導水施設は、福岡都市圏の9市7町及び佐賀県基山町へ水道用水として、江川ダム・寺内ダム・筑後大堰・合所ダム及び大山ダム(建設中)で開発された水、最大 $2.767\text{m}^3/\text{s}$ (当分の間、最大 $2.164\text{m}^3/\text{s}$ )を福岡県久留米市の筑後川右岸(河口から28.5km地点)から取水し、佐賀県基山町で分水した後、福岡県大野城市まで導水する総延長約25kmの導水路で、福岡都市圏及び佐賀県基山町への水供給の要として大きな役割を果たしている施設である。この施設において、平成22年8月15日、導水路本管から排泥工バルブに向けた分岐管に位置する可とう管で漏水が発生した。本報は、漏水の概要と破損の要因究明のために行った分析調査結果の事例について報告する。

### 2. 漏水出水の概要

- 1) 発生日時：平成22年8月15日(日)18時45分頃
- 2) 発生場所：取水口から約3.5km地点(味坂水管橋直上流部)
- 3) 漏水箇所：導水路本管( $\phi 1,500\text{mm}$ )から分岐した位置にある可とう管( $\phi 400\text{mm}$ )
- 4) 破損状況：可とう管( $\phi 400$ )のゴム部が破断し、鋼管部に穴があいた。
- 5) 被災状況：破損箇所から約 $0.3\text{m}^3/\text{s}$ (推定)の漏水出水、道路の陥没(約 $5\text{m}\times$ 約 $5\text{m}$ )
- 6) 応急復旧：復旧作業としては、損傷した可とう管を切断し、応急措置として鋼管で接続した。16日から応急復旧工事に着手し、19日午後5時に通水を再開した。



図-1 漏水出水位置 平面図



写真-1 破損状況



写真-2 漏水状況

1) 2) 独立行政法人水資源機構筑後川局 Chikugo Regional Bureau, Japan water agency

キーワード：可とう管、ゴム、劣化

### 3. 漏水出水箇所の調査結果

(1) 可とう管の変位・・・管の長さが約 20mm 収縮、偏心量が 15mm であった。変位は許容値以内であったものの、変位した状態が持続することで、可とう管のゴム部は長期間ストレスを受け続けていたものと考えられる。

(2) 内面調査・解剖調査・・・可とう管を切断し、内面の状態の調査を行う。管内ゴム部に一部、錆の発生を伴う割れが生じていた。破壊経路はこの割れの部分で、内面のゴム部に亀裂が入り、その亀裂が可とう管の外側にまで達するものであった。

(3) 物性試験・ミクロ解析・・・内面調査結果から、可とう管ゴム部の変質(劣化)がみられることから、ゴムの表面、内部を試験試料として抽出し、硬さ、伸びなどを計測した。その結果、クラックが多い箇所のゴム表面の硬度は高い状況であった。

ゴム表面から内部方向への硬度の分布を測定するミクロ解析を行ったところ、クラックが多い箇所のゴムについて内部方向への硬度の分布をみると表面から約 1mm 程度範囲については硬度が高く、老化後の硬さの変化量はメーカー規格値を超えるものであった。

(4) 元素分析・組成分析・・・元素分析：ゴム表面に劣化を促進させる物質が付着しているかを確認する。分析の結果、ゴム表面には、特異な物質は確認できなかった。

組成分析：ゴムの組成を分析したところ、天然ゴム成分だけが減少していることが判明した。

(5) マイクロスコープ等による拡大観察・・・ゴム表面観察の結果、漏水出水の原因となったゴムの割れが発生していた付近から抽出した試料から糸状菌を確認した。

(6) ゴム組成分析、アセトン抽出物定性分析

- ・天然ゴム成分の減少が認められる試験試料があった。
- ・老化防止剤の減少が確認できた。

(7) 生物顕微鏡観察・・・SEMによる糸状菌の確認、天然ゴム成分の減少、タンパク質の検出など微生物の関与が考えられたため、微生物の有無の確認を行ったところ、微生物の存在が確認できた。

(8) EMPA による元素定性分析・・・ゴムの割れが発生していた付近から抽出した試験試料から、Mn (マンガン) が検出された。Mn はポリマーの酸化劣化を著しく促進させる物質であることから、金属害による劣化が生じていたことが考えられる。

(9) 水理模型実験

漏水出水が生じた可とう管は、本管からの分岐管であることから、分岐部の流況、空気たまり、曲管部の水流による振動などが漏水出水の発生に影響している可能性が考えられたため、水理模型実験を行うこととした。分岐部の流況は本管から分岐管へ緩やかならせん流で付帯可とう管付近まで流入がありよどんだ状態であることが確認できた。

### 4. 漏水出水の要因

①可とう管の収縮、変形によるゴム表面にかかるストレス、②ゴム表面近傍の老化防止剤の減少、③微生物による天然ゴムの侵食、④ゴム表面の硬度が許容範囲外に変化、⑤金属害によるゴムの劣化等による複合的な要因により発生するに至ったものと推察される。また、水理模型実験より、可とう管付近の水の流れはよどんだ状態にあり、微生物が繁殖しやすい特異な条件の下であった可能性が考えられる。