

ポリエチレン製撓性管を用いた道路崩壊災害における横断排水工復旧対策工

株式会社有明測量開発社 設計部 酒井 宏明

災害復旧業務は、迅速な対応と判断力を必要とするものである。本業務においても県道北里宮原線の寸断を早急に復旧することを目的として現地踏査から被災原因の推定を行った。その結果としては、湧水の多い箇所であるとともに、道路横断陶管の経年変形破損により地下水が管内に浸入し易い環境であり、それが陶管周りの地盤破壊を促し盛土破壊を引き起こしたものと推定された。また、対策工としては、現地盤の土質定数等の情報が不明であったために現基礎地盤が受けている地盤反力と各対策工による地盤反力を比較することで採用可能な対策工を選定し、高耐圧ポリエチレン管の採用に至った。

キーワード；災害復旧，湧水対策，施工性，高耐圧ポリエチレン管

1. 概要

本業務は、阿蘇郡小国町の県道北里宮原線(県道318号線)の災害復旧であり、平成17年7月の阿蘇地方の集中豪雨により道路盛土の一部が押し流され全面通行止めとなったものである。当該路線は通学路やバス路線として利用されており早急に復旧することが望まれていた。早期復旧及び再発防止を目的として被災原因の推定を行い、その対策工を検討した。



写真-1 県道北里宮原線被災状況(下流側→上流側)

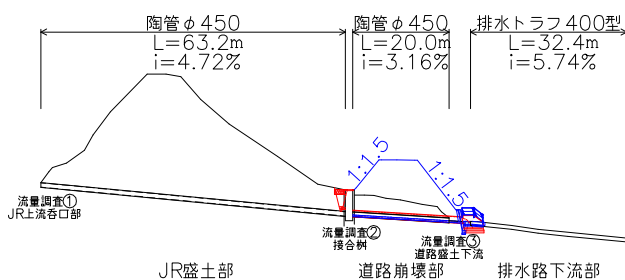


図-1 被災箇所縦断面図

2. 被災原因の推定

本崩壊箇所は、沢部に盛土をした場所であり、道路下には陶管φ450mmが埋設されていた。被災箇所背面には旧JR線路があり、軽石を含む弱溶結凝灰岩砕で盛土されており透水係数が高いものと思われ、降雨により盛土内水位が上昇し易い環境にあるものと考えられた。また、常時湧水も確認されており基礎地盤も水位が高いものと推定されるとともに盛土崩壊跡から粗朶排水が確認されたことで、崩壊箇所は以前より湧水が多い場所であったものと考えられた。さらに、接続樹下流管は土砂等で閉塞しており表流水のスムーズな流出を阻害したことが、さらなる水位上昇を促し動水勾配の上昇とともに限界動水勾配を超えパイピングによる奮発を招いたものと考えられた。(写真-2)また、現地にて簡易的に流量を測定した(写真-3)結果、測定箇所①(JR上流呑口部)では0.25m³/sec、測定箇所②(接合樹内部)では0.35m³/sec、測定箇所③(道路盛土下流部)では0.50m³/secとなり、下流に行くほど流量が増加しており、陶管の破損で管周りの地下水が管内に浸入していると考えられ、この影響で陶管周りの地盤破壊を促し盛土破壊を引き起こしたものと推定した。



写真-2 接合樹部パイピング跡



写真-3 流量測定状況

3. 対策工

(1) 対策工の方針

上記原因推定を基に対策工の方針を列記する。

- ①現状がφ450 mm陶管であるが、今後の維持管理を考慮してφ600 mmを最低径と考える。¹⁾
- ②道路盛土安定対策として、水位上昇にともなう浸潤線をスムーズに盛土下部に下降させる。
- ③上流域からの浸透水をスムーズに排除させる。
- ④現地踏査により、排水管基礎地盤が粘性土と考えられたため、地盤反力が小さく、将来的な沈下に追従できる構造とする。

(2) 排水勾配の基本計画

現状排水管の勾配は 3.16%で布設されていたが、カルバート工指針では、維持管理上安全で、かつ多量の沈泥を生じないような勾配を有することが望ましく、排水管の平均流速は $V=0.8\sim 2.0\text{m/sec}$ 以下を目安としている。²⁾ここで、 $V=2.0\text{m/sec}$ で検討した場合、勾配は $i=0.172\%$ で管径がφ1100mm(高耐圧ポリエチレン管比較)となる。但しこのケースを採用した場合、下流水路との整合が取れず現実的ではない。ここでは、現状排水管勾配を基本と考え、排水勾配 $i=3.0\%$ とし高流速の対策として吐口部で減勢させ、水しょう部を設けるものとした。

(3) 排水管の比較

a) 1次選定(耐荷力の検討)

7種の管の管底高 7m での耐荷力の比較を行った。ここで、PC ボックスカルバート 800×800 は市場性が無く、早期復旧の観点から不可とした。(表-1)

b) 2次選定(地盤耐力の検討)

当該計画地点は、φ450 陶管が埋設されていたが、排水施設の変更に伴い現状の基礎地盤に対する影響も変化する。また、地盤情報は不明であったため、対策工によっては、現状の地盤支持力が不足することで地盤補強対策を必要とする可能性がある。また、地盤調査を実施した場合は、工期と費用が必要となり早期復旧に悪影響を与えることは必至であった。そこで、現基礎地盤が受けている地盤反力と各対策工による地盤反力を求めることで採用可能な対策工を選定した。(表-2)

計画地は沢部であり、山麓堆積物等の軟弱層が堆積しやすい地形に位置し、現況排水管基礎部分には軟弱な粘性土が確認できた。このような状況から排水管基礎地盤は、粘性土の可能性のあるものと考えた。なお、道路橋示方書では基礎の過大な沈下を避けるため支持層における最大地盤反力の上限值を示しており、粘性土地盤の場合 200kN/m^3 ³⁾であり、粘性土地盤は最大地盤反力を満足しない結果となった。最終的に、経済比較により高耐圧ポリエチレン管を採用することとなった。

高耐圧ポリエチレン管は、施工性が他の管と比較して優れており、短期間での布設が可能である。また、可撓性管であり、地盤の変化に追従できるため

管継ぎ目からの漏水の恐れが少ないという利点があり、現在ため池の底樋管としても構造的に立証し、採用に至っているところである。

表-1 耐荷力の検討

No.	管種	判定	備考
①	ヒューム管φ800	×	180° 巻
②	PC管φ800	○	90° 巻
③	重圧管φ800	○	
④	ボックスカルバート 800×800	×	
⑤	PCボックスカルバート 800×800	○	市場性無
⑥	アーチカルバート 800×800	○	
⑦	高耐圧ポリエチレン管φ800	○	

表-2 地盤耐力の検討

No.	管種	現況地盤反力 (kN/m ²)		対策時地盤反力 (kN/m ²)	判定
①	PC管φ800	129.600	≦	251.609	×
②	重圧管φ800	129.060	≦	303.674	×
③	アーチカルバート 800×800	130.500	≧	113.881	○
④	高耐圧ポリエチレン管φ800	126.720	≧	83.797	◎



写真-2 復旧後の状況

(4) 浸透水対策工

浸透水による路体盛土内の水位上昇を避けるため、対策として崩壊箇所の背面山側にふとんかごを設置するとともに、暗渠排水管として有孔管を布設するものとした。

4. おわりに

本業務を通して設計に携わる者として現場踏査の重要性を改めて感じた。まだまだ若輩者ではあるが、土木屋として災害の少ない国土を目指して力を注いでいきたい。最後に、緊急かつ山積した問題を解決し、無事復旧が完了したことに対して関係者の方々に謝意を表す。

参考文献

- 1) (社)全日本建設技術協会：平成17年 災害手帳, pp. 381, 2005.
- 2) (社)日本道路協会：道路土工 カルバート工指針, pp. 15, 1994.
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編, pp. 271, 2002.