

アンダーパスにおける冠水監視システムの導入について

脇阪 拓彰¹

¹長浜土木事務所 道路計画課

鉄道等との立体交差において、地表下をくぐり抜ける構造であるアンダーパスには、ポンプ等の排水施設が併設されているが、豪雨等により排水能力を超える流入があれば冠水が発生する。この冠水は重大な事故の原因となりうるため、道路管理者は常に対策の準備をしておく必要がある。

長浜土木事務所では、冠水の発生に対し迅速に対応できるように、各アンダーパスで異常が発生した時にメールで知らせる監視システムを導入することとした。本稿では導入までの経緯や、期待する効果について紹介する。

キーワード アンダーパス、冠水、監視システム

1. はじめに

道路ないし鉄道に対して、掘り下げ式で通過する地下横断施設を「アンダーパス」と呼んでいる。アンダーパスは縦断曲線が凹型となることから、雨水が集中し、冠水が発生しやすい。そのため、自然排水が不可能な箇所には揚水ポンプ等の排水施設を設置している。本稿では、近年多発している局地的豪雨や台風等に備え、長浜土木事務所が今年度から取り組む「アンダーパスの冠水対策」について紹介する。

長浜土木事務所が管理するアンダーパスの位置および概要をそれぞれ図-1および表-1に示す。長浜は冬季の積雪が多い地域であり、凍結の恐れがあることから、橋梁等のオーバースペースが少なく、アンダーパスはいずれも鉄道路線、または道路に対して概ね垂直に交差しているが、蓮池のみ曲線を描きながら交差した構造となっている。



図-1 管内のアンダーパスの位置図

表-1 管内の地下横断施設

箇所名	地先	管理路線名	交差路線名	構造	排水ポンプ口径	横断車両交通量(台/日)
丁野	長浜市小谷丁野町	上山八日市線	JR北陸本線	車道および地下横断歩道	150mm×2本	5,527
列見	長浜市列見町	祇園八幡中山線			150mm×3本	7,036
蓮池	長浜市公園町	大津能登川長浜線			150mm×2本	8,694
田村	長浜市田村町	加田田村線			200mm×3本	1,934
八島	長浜市矢島町	国道365号		地下横断歩道	80mm×1本	-
内保	長浜市内保町				50mm×1本	-
東上坂	長浜市東上坂町	中山東上坂線		地下横断歩道	50mm×1本	-
西上坂	長浜市西上坂町				50mm×1本	-
山階	長浜市山階町				80mm×1本	-
川崎	長浜市川崎町				80mm×1本	-
八幡中山	長浜市八幡中山町				祇園八幡中山線	50mm×1本

2. アンダーパスにおける冠水

(1) 荒天時の危険性

アンダーパスは、地表より低い構造のため、地形的に雨水が流入しやすい。そのため、何らかの要因により排水機能が失われると、行き場を無くした排水が溜まることで冠水が生じる。この冠水状態に対し措置をせずに放置しておく、道路利用者が重大な事故に巻き込まれる恐れがある。

冠水が発生した際、道路管理者は冠水の原因を解消するか、道路の通行止め等の措置を行い、事故防止に努めなければならない。しかし、発生の予想が困難である突発的な豪雨、いわゆるゲリラ豪雨には、急激な道路排水の増加に伴って短時間で冠水が発生するため、対応が遅れる恐れがある。

(2) 長浜土木事務所の現状

長浜土木事務所では、過去3年でアンダーパスにおいて冠水が4件発生している。台風等の大雨の他、排水施設の故障によるもので、いずれも一般の道路利用者や警察署からの通報によって発覚した。

アンダーパスの状況は、職務時間内であっても現場に行く以外は把握する手段がなく、異常発生の有無については通報に頼るしかないのが現状である。

3. 冠水による事故

(1) 事故発生

平成30年7月の朝、前日から続く大雨により冠水した蓮池アンダーパスにおいて事故が発生した。道路利用者が運転する車両が図-2のとおり冠水状態であるアンダーパスに進入し、その衝撃によって車両前方が破損した。

事故当事者は、写真右側の車線を一度通過しており、その後用事を済ませて戻す際に、事故に巻き込まれた。一度目に通過した際に、すでに水が溜まっていることを把握していたが、問題なく通過できたため、「浅い」と判断し、再び通過を試みた結果の事故であった。



図-2 事故発生時の冠水状況

蓮池アンダーは曲線を描きながら交差しており、片勾配によって南側が低くなっている。このとき水深は最大40cm程で、車両の正常な走行は不可能なため、通行止めの措置が必要な状態であった。この事故により、図-3のとおり破損した車両は、露呈した電子系統から漏電し、通行不能となって立ち往生した。

事故発生時は大雨警報が発表されていたが、この時まで管内において被害情報はなく、警察からの通報を受けるまで、現場の状況を把握していなかった。また、通報を受けてから、職員による現場での通行止め措置まで40分程の時間を要した。



図-3 事故当事者の車両

(2) 事故原因

排水ポンプは通常どおり2台とも稼働していたが、経年劣化等により揚水能力が低下していたと考えられ、流入する雨水に対し排水が追い付いていない状態であった。ピット内を点検した結果、台風の強風により図-4のようなサイズの小さな枯れ葉やビニール類のゴミ等が雨水の流入に伴って、水槽内に流れ込み、ポンプの吸込口を塞ぐように付着していた。これが原因となり、正常な揚水ができなかった。

原因判明後、点検委託業者により、ただちに清掃が行われ、ポンプは正常に稼働することができ、すぐに冠水は解消された。通行止めを解除できたのは、最初の通報から3時間程経ってからであった。



図-4 ピット内の清掃状況と流入したゴミ類

4. 事故防止検討

(1) 対策案

事故発生を受けて、冠水対策について課内で検討を重ねた。全国的な対策事例を調査したところ以下5つの対策案が代表的なものとして挙げられる。表-2にこれらを冠水の発生前後の対策としてとりまとめた。

a) 注意喚起看板

アンダーパスの手前に、大雨時の走行注意を促す看板を設置するもので、排水施設と連動させて、路面の状況に応じて電光掲示板へ反映させるものもある。

b) 水位表示

壁面や路面上に水位や目盛りを標記しておき、冠水時のアンダーパスへの進入を回避するもので、道路利用者に対し日常の注意喚起と周知の効果が見込める。

c) バリケード

遮断機や格納式のバリケードを常設しておき、冠水発生時の通行規制に対し、資材を運搬する必要がないことから迅速な対応ができる。

d) 監視装置

監視カメラや排水施設内の水位等を電話回線等を經由して、現地にいなくとも確認できるもの。水位センサーの情報をメールで配信することも可能である。

e) ポンプ増強

経年劣化等で排水施設を更新する際に、余裕を持たせた能力の高いポンプを設置することで、想定外の豪雨に対応するもの。調査した中では実例がなかったが、効果は期待できる。

表-2 冠水発生別の対策効果

効果	対策案	状況別				管内の実施状況
		冠水前 冠水抑止	冠水前 注意・啓発	冠水中 事故防止策	冠水前～中 状態把握	
小	a) 注意喚起看板	-	○	○	-	一部、設置済
	b) 水位表示	-	○	○	-	未実施
	c) バリケード	-	-	○	-	未実施
	d) 監視装置	-	-	-	○	未実施
	e) ポンプ増強	○	-	-	-	未実施
大						

(2) 管内への適用性

前節の5つの対策案のうち長浜土木事務所では、注意喚起として電光掲示板が車道に対するアンダーパスにのみ設置されている。これらは水位センサーと連動しており、状況に応じて自動で表示内容の切替えが可能となっている。しかし、図-5のとおり平成30年の事故発生時には事前に通行止めの表示がされていたにもかかわらず、事故当事者は存在を認識していなかった。

このことから、1つの対策では、冠水による事故防止に対して不十分であることが改めて確認された。事故そのものを防止するためには、物理的な通行規制をいかに迅速に現場で実施できるかであるが、事後対策ではなく、事前に察知し対策を講ずることで、大きな効果があると考え、今回監視システムの導入を計画した。



図-5 電光掲示板による通行止め表示

5. 監視システムの導入

ゲリラ豪雨等の突発的な大雨や各地で被害が発生している台風による大雨等からアンダーパスの冠水被害を防止するため、長浜土木事務所では、国土強靱化の予算にて令和元年度から段階的に対策していくものとし、監視装置を含む対策を行うこととした。

(1) 導入の目的

道路管理者がアンダーパスにおける排水施設の稼働状況と冠水の発生を把握できるようにすることで、通行止め措置等の初動の遅延を回避し、冠水事故を未然に防ぐことである。

現在、排水施設の稼働については、アンダーパス毎に水位計や排水ポンプが個々に稼働しており、現場の水位等は把握できない。また、正常に運転しているかさえも現場で確認する以外に手段がない。同様に、排水機能に異常が発生し冠水状態となってしまった場合にも知る術がないことから、これら現場の状況を自動で管理者に通知するシステムを構築することとした。

(2) 対象箇所の選定

前述のうち、監視システム構築の対象としたのは、車両が通行する丁野、列見、蓮池、田村の4箇所とした。冠水が発生する可能性は全てのアンダーパスにおいても同じであるが、歩行者のみが利用する地下歩道の場合、利用者が冠水を認識しないまま進入を続けることは考えにくい。さらに、歩行者が冠水を認識してから退避することが容易であることから、冠水が原因で事故に発展する恐れは低いものと考えた。一方で、車道の場合、走行中の運転手が冠水を視認してから、安全に停止するには視距も悪く、歩行者のように退避することは困難である。仮に停車できてもアンダーパス内の閉塞的な場所で進路の変更は容易ではない。これらのことを考慮した結果、システム構築の対象を車道の4箇所とした。

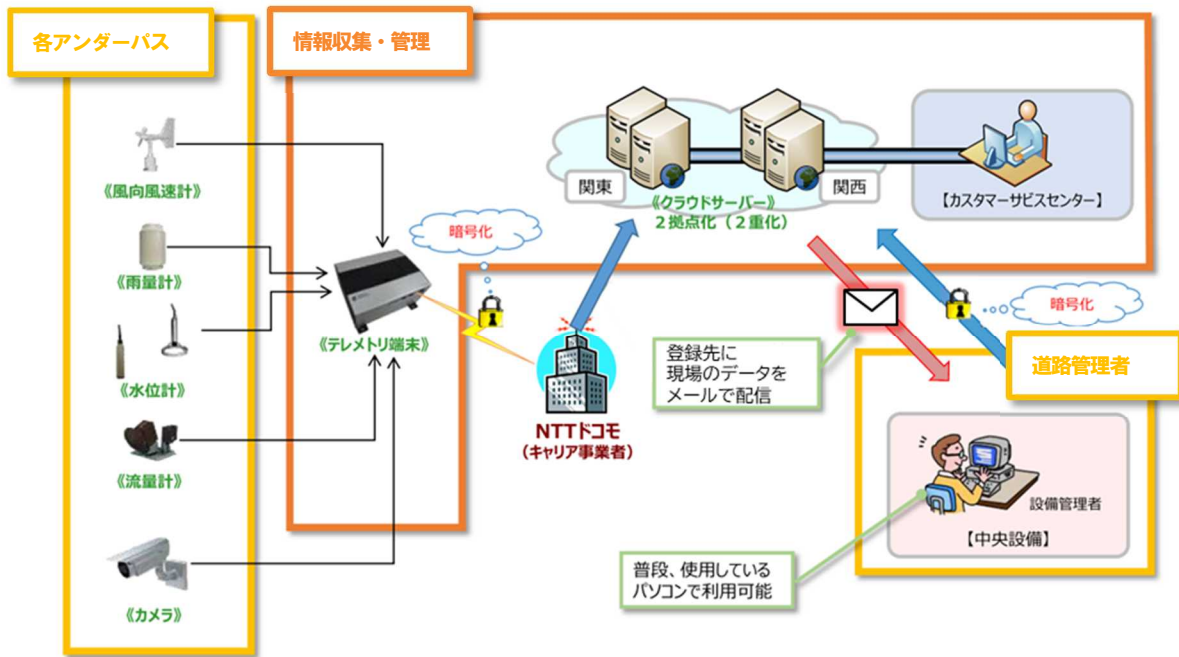


図-6 監視システムのイメージ

(3) 監視システムの概要

図-6に監視システムのイメージを、下記に概要を示す。

a) 情報の収集

各箇所の排水施設と電源を利用し、通信BOX(テレメトリ端末)と接続することで、ポンプの稼働状況と水位等の情報を収集する。

b) 情報の発信

収集したデータは携帯電話回線(LTE)にて、クラウドサーバを経由し、指定した登録先にメールを送信する。水位センサーを利用して「冠水注意」や「冠水発生」等、段階的に信号を発するようになる。

c) カメラでの目視

監視カメラを設置し、現場の路面状況をリアルタイムで把握する。

e) 情報の共有

これら収集した情報は、IDとパスワードを有している者であれば、誰でもパソコンやスマートフォン等からインターネットを利用して閲覧することができる。

(4) 期待する効果

冠水発生時だけでなく、任意の水位に達したタイミングで通知を受けることができ、事前に冠水発生の予測が可能であることから、通行規制等の初期対応を遅延なく行うことができる。また、通知メールの送信先を道路管理者のみにせず、市や警察署、消防署等にも送信すれば、情報の共有が容易に行える。このほか、単価契約業者や点検委託業者等へも同時配信することで、現場状況について、管理者から伝達する手間を省くこともできる。さらに副次的な効果として、日常の道路管理で凹部となることから事故や冬場の凍結等の確認も可能となる。

6. 今後

表-3に今後の対策計画を示す。日常の維持管理に加えて、今年度は監視システムの構築を車道のアンダーパスのみ対象として整備していくが、今回の取り組みの実用性を検討し、次年度以降も地下歩道を含む管内全箇所を一括して管理できるようすすめていく。システム構築の他に、図-7のように路面や壁面に危険水位を明示しておくことや、現地に管理者と連絡先を記載した銘板を掲示し冠水の発見者からも通報して貰えるようにすることで、官民ともに監視できるようにしていきたい。

表-3 今後の対策実施計画

箇所名	道路構造	年度別対策実施内容		
		令和元年度	2年	3年
丁野	車道および地下横断歩道	・通報システム構築	・銘板設置	
列見		・監視カメラの設置	・遮断機設置	
蓮池		・路面標示の設置		
田村		・定期点検		
八島	地下横断歩道		・通報システムに追加 ・監視カメラの設置 ・銘板設置	
内保				
東上坂				
西上坂				
山階				
川崎				
八幡中山		・定期点検		

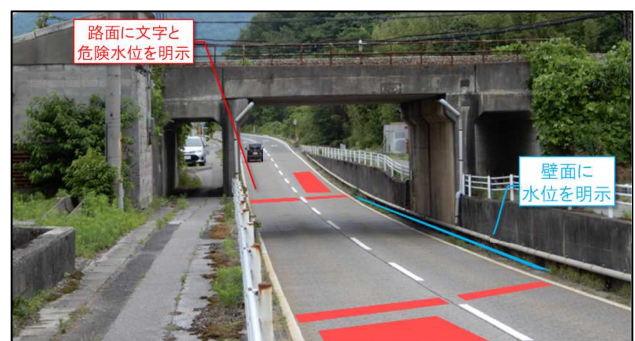


図-7 路面標示設置のイメージ