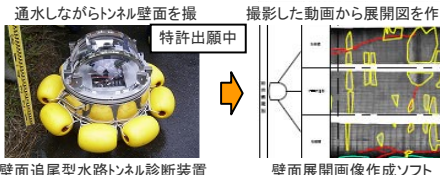
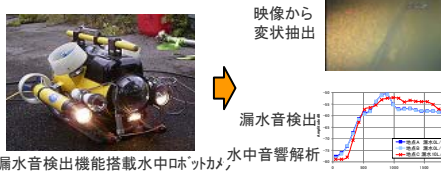


官民連携新技術研究開発事業 新技術概要書

本概要書作成年月

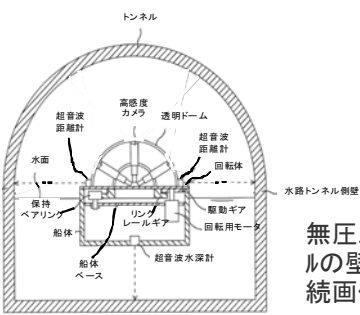
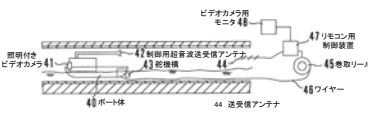
平成 22年 12月 17日

1. 新技術名	農業用水路トンネル・サイホンの不断水調査・診断技術の開発		
2. 開発会社	日本工営株式会社、日本シビックコンサルタント株式会社、株式会社ウォールナット		
3. 資料請求先	会社名	日本工営株式会社	
	住所	東京都千代田区麹町4-2	
	担当課	インフラマネジメント部	担当者 藤原 鉄朗
	電話	03-3238-8116	FAX 03-3238-8094
	ホームページ	www.n-koei.co.jp	
4. 工種区分	大分類		小分類
	機能診断		—
	施設維持管理		—
	水路工		水路トンネル
	水路工		サイホン
5. 新技術の概要	上水、工業用水と兼用水路もしくは畑地かんがいなど常時通水されている水路は、極めて重要なライフラインであるにも関わらず、断水が容易に実施できないため、適切な予防保全が実施できないという課題があった。本技術開発では、これらの水路のうち水路トンネルやサイホンについて、断水や放水を伴わずに高精度で調査・診断するの3つの技術を開発した。 断水できない水路トンネル・サイホンの一次診断に対応する技術の開発 ① 壁面追尾型水路トンネル診断システム  通水しながらトンネル壁面を撮影した動画から展開図を作成 壁面展開図作成ソフト 通水した状態でトンネル展開図を作成できるレベルで診断する無人調査機 ② 漏水音検出機能搭載水中ロボットカメラ  映像から変状抽出 漏水音検出 水中音響解析 漏水音検出機能搭載水中ロボットカメラ 充電した状態で、サイホン内の目視点検および、漏水の有無と位置を特定するシステム ③ 水路トンネルひび割れモニタリングシステム  小型防水データロガー トンネル内ひび割れ計測装置 通水条件データ回収システム トンネル内に設置したモニタリングセンサのデータを通水しながら回収するシステム 不安定化が懸念される通水中のトンネル監視に対応する技術の開発 より詳細な調査が必要な場合		
6. 適用範囲(留意点)	装置	機能	適用条件
	①壁面追尾型水路トンネル診断装置	・断水ができない無圧水路トンネルに適用 ・不断水で気中部の鮮明なひび割れ展開図を作成 ・不断水条件でも「断水して目視調査」と同等以上の精度で診断が可能 ・調査延長距離計測による変状位置の把握 ・オプション機能(有毒ガス・酸素濃度検出、水路内堆積砂状況把握)	流速: 2.0m/s以下※1 (1.2m/s以下)※2 適用施設: 無圧水路トンネル 10.0km以下 搬入出口: 75x75cm以上
	②漏水音検出機能搭載水中ロボットカメラ	・水路トンネルやサイホンの漏水を不断水条件で探査・検出 ・検出可能な漏水量は10L/min以上	搬入出口: 50x50cm以上 流速: 1.2m/s以下※3 (0.3m/s以下)※2 調査延長: 搬入口から300m
	③水路トンネルひび割れモニタリングシステム	・トンネルのひび割れ幅の変動を±0.01mmの精度で監視 ・データ回収・評価時の断水が不要 (センサの設置時は、一時的な断水が必要)	搬入出口(データ回収時): 10x25cm以上
※1 理論値は、2.0m/s以上だが、トンネル設計上の最大流速2.0m/sを採用。 ※2 ()内は、実証試験における実績値。 ※3 機器のスペックより算出した理論値。			

7. 従来技術との比較

7ー①

概要図

新技術	比較する従来技術 (当初の工法・標準案)	比較の根拠
 トンネル 超音波距離計 高感度カメラ 透明ドーム 水面 保持ベアリング 船体 船体ベース 超音波水深計 自動体 駆動ギア 回転用モーター 水路トンネル側壁 無圧水路トンネル内を流下しながら、トンネルの壁面を自動追尾し、トンネルの壁面連続画像を作成するシステム 現地調査 投入ポイント 壁面映像の取得 自然流下 回収ポイント 調査区間(トンネル) 調査後の解析 左側壁 頂部 右側壁 トンネル展開画像作成ソフト PC画面上で変状を確認し、CAD化 3台の高感度ビデオカメラによって取得した、アーチ頂部・左右側壁の壁面映像 特許出願中：特願2010-151678号「壁面自動追尾型水路トンネル撮影装置」	ケーブルもしくは無線でトンネル内を制御し流下する管路内撮影システム例  ビデオカメラ用モーター リモコン用制御装置 照明付ビデオカメラ ケーブル ケーブルリール ワイヤー 送受信アンテナ ケーブル体 比較検討を行った結果、下記の通り本技術の有意性が確認された。	古澤特許事務所(弁理士 古澤 俊明)に依頼し、先行特許について調査を実施し、関連する特許の有無を確認した。この結果、該当する技術として「下水道管の管路検査装置」実開平07-41424が最も近い技術として確認された。このため、特許公開資料をもとに、本技術と開発した新技術を比較した。 また、経済性以下の評価については、断水して目視によりトンネル壁面を診断する従来の機能診断手法と本技術を比較するものとした。 比較検討を行った結果、下記の通り本技術の有意性が確認された。
工法名	壁面追尾型水路トンネル診断装置	・下水道管の管路検査装置 ・断水しての目視調査
経済性(直接工事費)	調査費用 50万円/km	断水しての目視調査 225万円/km
工程	1水路あたり現地作業:0.5日	1水路あたり現地作業:2.0日
品質	幅1.5mm以上のひび割れを検出し、壁面展開図を正確に作成	調査員がトンネル内に入れば、目視以外に打音なども実施可
安全性	水路内に直接進入しないため、調査時に酸欠、出水、転落等の事故が発生しない。 人肩での装置搬入出時には水路内への転落防止に留意。(重量:35kg)	長期間調査未実施の水路トンネルへの進入は大きな危険が伴う
施工性	短時間で仮設の必要がなく調査が可能	目視調査では、調査員のトンネル・サイホン内内進入には、昇降設備・換気設備・避難体制の整備が必要
周辺環境への影響	・水位低下による濁水発生の危険性無し。 ・重機を持ち込まない為、漏油(水質汚染)の危険性無し。 ・仮設を必要としない為、騒音の発生無し。 ・仮設を必要としない為、交通の妨げにならない。	・水替えによる濁水発生(水質汚染)の可能性高。 ・換気設備・発電機による騒音が発生。 ・仮設設備や搬入出口の確保が交通の妨げになる可能性あり。

7. 従来技術との比較

7-②

概要図

水中ロボットカメラにAEセンサを搭載し、漏水音を検出することで、充水した状態のサイホン等において漏水位置を特定するシステム

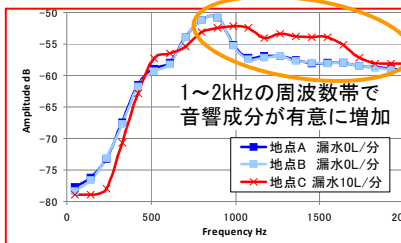


・聴音による漏水調査法
・地中探査レーダ法



漏水音検出機能搭載
水中ロボットカメラの

【漏水音探知】
現地：聴音とモニタ波形からのリアルタイム判断
室内試験：計測記録信号を対象としたコンピュータによる室内スペクトル分析結果

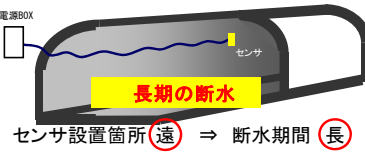


従来の漏水箇所検出技術では、聴音棒や聴音装置により漏水箇所より生じる可聴音(漏水音)を捕捉し、おおよその漏水位置を特定している。
しかし、農業用水路のサイホンで漏水調査を行う場合、土かぶりや厚い、水路線形直上位置での採音が出来ない等の理由から、漏水音の減衰、周りの雑音などによって漏水音を抽出出来ない可能性が高い。
また、相関法による漏水位置特定では、対象区間に一定間隔で聴音装置設置用の掘削孔が必要となる。
一方、地中探査レーダ法は漏水が比較的大規模に生じている場合にのみ適用可能である。

本新技術は、水中ロボットに搭載したAEセンサにより、管内から漏水音探査を行う。漏水箇所の直近で調査可能で、さらに水中カメラによる管内目視を並行して実施することで、漏水有無および漏水位置の検出精度が高い。
また、採取した水中音を後日室内にてFFT解析を行うことで、現地では検出出来なかった漏水を抽出することが可能である。

比較検討を行った結果、下記の通り本技術の有意性が確認された。

工法名	漏水音検出機能搭載水中ロボットカメラ	・聴音による漏水調査法 ・地中探査レーダ法 ・潜水夫による管内目視調査 ・放水しての目視調査	
経済性(直接工事費)	調査費用 100万円/400m/施設	断水・水替えしての目視調査 150万円/400m/施設 潜水夫による管内目視調査 100万円/400m/施設	
工程	50m/h: (縦断1側線、横断(φ2.0m、4m毎)、水中音計測記録有)	60m/h(潜水夫による目視調査)	
品質	10L/L以上の漏水規模より抽出可	聴音法は、水道管の実績多数あるが大口径サイホンは未知 地中レーダ法は、大規模漏水に限定	新技術の品質については現地実証試験により確認
安全性	水路内に直接進入しないため、調査時に酸欠、出水、転落等の事故が発生しない	サイホンの傾斜部には、転倒防止措置が必要 潜水夫による目視調査には、空気確保、潜水時間厳守など厳しい安全管理必要	新技術の安全性については現地実証試験により確認
施工性	仮設の必要なし 水替え無しで調査可能	潜水夫への空気供給、連絡用設備必要 サイホン昇降用の仮設必要	新技術の施工性については現地実証試験により確認
周辺環境への影響	・水位低下による濁水発生の危険性無し。 ・重機を持ち込まない為、漏油(水質汚染)の危険性無し。 ・仮設を必要としない為、騒音の発生無し。 ・仮設を必要としない為、交通の妨げにならない。	・水替えによる濁水発生(水質汚染)の可能性高。 ・換気設備・発電機による騒音が発生。 ・仮設備や搬入出口の確保が交通の妨げになる可能性あり。	新技術については現地実証試験により確認

7. 従来技術との比較 7-③		新技術	比較する従来技術 (当初の工法・標準案)	比較の根拠
概要図		トンネル内に設置したセンサによりひび割れを常時監視し、不断水でデータ回収・評価するシステム  データ回収装置 - 無線通信 - 軽量小型 - 方式一 - 流下制御式 (PEライン+リール) - 水中ロボット牽引式 フロート式データ回収装置 データ回収用PC搭載 無線通信 不要! ケーブル 無線通信 センサ本体 - ひび割れ検出センサ - 水圧計 - 鉄筋腐食センサ - 水位計 - 流速計、... etc ロガー - 長期運用可能バッテリー駆動 - 長期間データの収録可能ロガー - 無線通信 - 小型軽量 変状モニタリングセンサ 変状箇所へのシステム設置のみ バッテリー駆動ワイヤレスデータロガー データ回収は、通常の通水状態で運用可能	電源ケーブルを敷設しての、ひび割れ等センサによる変状モニタリング  電源BOX センサ 長期の断水 センサ設置箇所(遠) ⇒ 断水期間(長)	従来の変状モニタリング技術は、電源供給のためのケーブル敷設、データ回収に伴う断水が必ず発生していた。 今回開発した新技術は、モニタリング装置に電源を持たせることにより、坑外からの電源供給ケーブルの敷設が必要ない。 また、データ回収装置を無線通信のフロート型にしたことで、データ回収時における断水が必要ない。 さらに、センサ自体は従来からある汎用性のものを用いたことで、様々な変状に対して目的に合致したセンサに取り換えられることも特徴の一つである。 比較検討を行った結果、下記の通り本技術の有意性が確認された。
		工法名	水路トンネルひび割れモニタリングシステム	外部電源供給型、ひび割れ等センサ
経済性(直接工事費)	調査費用 25万円/回/施設 断水: 設置時0.5日	— 断水: 設置時1日以上 (設置位置、敷設ケーブル長による)	断水に伴う経済損失 2億円/3日(生活用水共用) * 水道供給単価は標準的な単価として170円/m3を用いた	
工程	設置 0.5日/5センサ(実績値) 回収 1水路あたり現地作業: 0.5日	設置 設置位置(ケーブル長)によるが、最低1日以上 回収 電源供給元、建屋にて回収: 数分		
品質	ひび割れ幅±0.01mmの精度(設置センサの精度)で経時的に変状変化を記録 変状挙動の把握可	調査時時点の変状把握(非経時的)	新技術の品質については現地実証試験により確認	
安全性	水路内に直接進入しないため、調査時に酸欠、出水、転落等の事故が発生しない	データ回収時の水路トンネルへの進入は、トンネルの調査未実施の場合大きな危険が伴う	新技術の安全性については現地実証試験により確認	
施工性	断水・水替え無しで調査可能 設置時のみ、一時的な断水が必要	データ回収時に断水が必要 センサ、電源ケーブル敷設時設置箇所によっては長期の断水が必要	新技術の施工性については現地実証試験により確認	
周辺環境への影響	・水位低下による濁水発生の危険性無し。 ・重機を持ち込まない為、漏油(水質汚染)の危険性無し。 ・仮設を必要としない為、騒音の発生無し。 ・仮設を必要としない為、交通の妨げにならない。	・水替えによる濁水発生(水質汚染)の可能性高。 ・換気設備・発電機による騒音が発生。 ・仮設備や搬入出口の確保が交通の妨げになる可能性あり。	新技術については現地実証試験により確認	
8. 特許		①壁面自動追尾型水路トンネル診断装置 : 特許出願申請手続き中		
9. 実用新案				
10. 実績	農水省	・ H20年度 北陸農政局信濃川水系土地改良調査管理事務所 ストックマネジメント高度化事業 無人目視診断技術検証業務 ・ H20年度 信濃川水系土地改良調査管理事務所 国営造成水利施設保全対策指導事業 阿賀野川用水地区右岸幹線水路他機能診断業務 ・ H21年度 北陸農政局信濃川水系土地改良調査管理事務所 ストックマネジメント技術高度化事業 無人目視診断技術検証業務 ・ 平成22年度 東海農政局木曽川水系土地改良調査管理事務所 漏水調査技術高度化実証試験その2業務		
	その他	・ H20年度 広島県沼田川水道事務所 糸崎・尾道トンネル点検調査業務委託		
11. 備考				