



活かす 衛る 水資源

2008 年 秋 号

大広技術レポ

【水管橋の管路診断（40 年供用）】



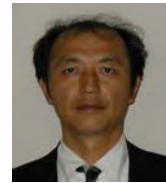
リングサポートの腐食



管内部の腐食

水管橋管路の老朽化

ーアセットマネジメントの必要性を訴えるー



技術部課長 寺西 修治
(工学博士)

1. 早期点検が安全・安心につながる

近年、地下埋設された管路の老朽化に起因する事故が多発している。

陥没による人身事故、補修中の酸欠等による死亡事故、最近では集中豪雨の増水で下流に流され遺体で発見されるという死亡事故…。これらは今、特に都市部に布設された古い管路が更新期にあるということを示している。広島では今のところ重大災害の報告は無いが、将来の予防を睨み、維持管理に必要なデータ収集を急いでいるというのが現状ではないだろうか。今回の報告は、40年間供用された汚水の自然流下による水管橋の管路診断を行ったものである。

2. 調査概要（40年間供用）

今回、調査を行ったのは、下表に示す3橋である。

表－1 調査した水管橋の概要

名 称	形 式	管種・管径	延 長	勾 配
B 水管橋	トラス橋	SPφ400mm	40.0m	レベル（上流 620‰）
C 水管橋	π型フランジ補剛形式	SPφ500mm	36.0m	20‰
D 水管橋	π型フランジ補剛形式	SPφ700mm	39.0m	6 ‰



写真－1 B 水管橋



写真－2 C 水管橋



写真－3 D 水管橋

調査項目は、以下の通りである。

- ① 管体調査（超音波探査）：水管部板厚の残耐用年数を調査するため、1断面当たり約10箇所を測定点として超音波探傷法により測定し判定した。
- ② 管内外面調査：外面調査は目視による管体の腐食度診断。内面調査は両端のマンホールから、管内部の腐食状況や堆積物の有無を調査した。
- ③ 橋脚・付属物の調査：目視調査による外観の腐食度及び橋脚の支柱（SPφ400）の板厚測定を行った。

3. 調査結果（管体部、橋脚、付属物）

調査は、管体、橋脚、歩廊部を対象に調査・診断し、その結果を補修・改築案と共に維持管理計画としてまとめた。3橋とも同程度の劣化状況にあり、調査結果をC水管橋について記述する。

3-1) 管体部

3-1-1) 板厚測定結果

超音波測定した管の板厚は下表のとおりであった。表を見ると管の健全部は上部 270° 区間で板厚が 12.0～13.5mm。対して、劣化部分は最下点から左右に 11.25° 上がった区間（⑤～⑦）で、板厚が 7.5～9.3mm へと約 4 mm 減肉していた。また、劣化範囲は、測定した縦断方向 6 箇所全ての位置で最下面近傍（⑤～⑧）が減肉していることから、管全長にわたっていると考えられる。

減肉の原因は、水管橋の縦断勾配が比較的大きく流速が早いため、汚水に含まれる砂・小石など密度の高い物質が汚水とともに流され、40 年の長い期間に管を少しずつ磨耗させたものと推定された。

3-1-2) 管内外面調査結果

目視による管外面の損傷箇所はなかった。

一方、管内面はモルタルライニングされ全体的には健全であったが、リングジョイント部等において局所的な発錆が見られた。

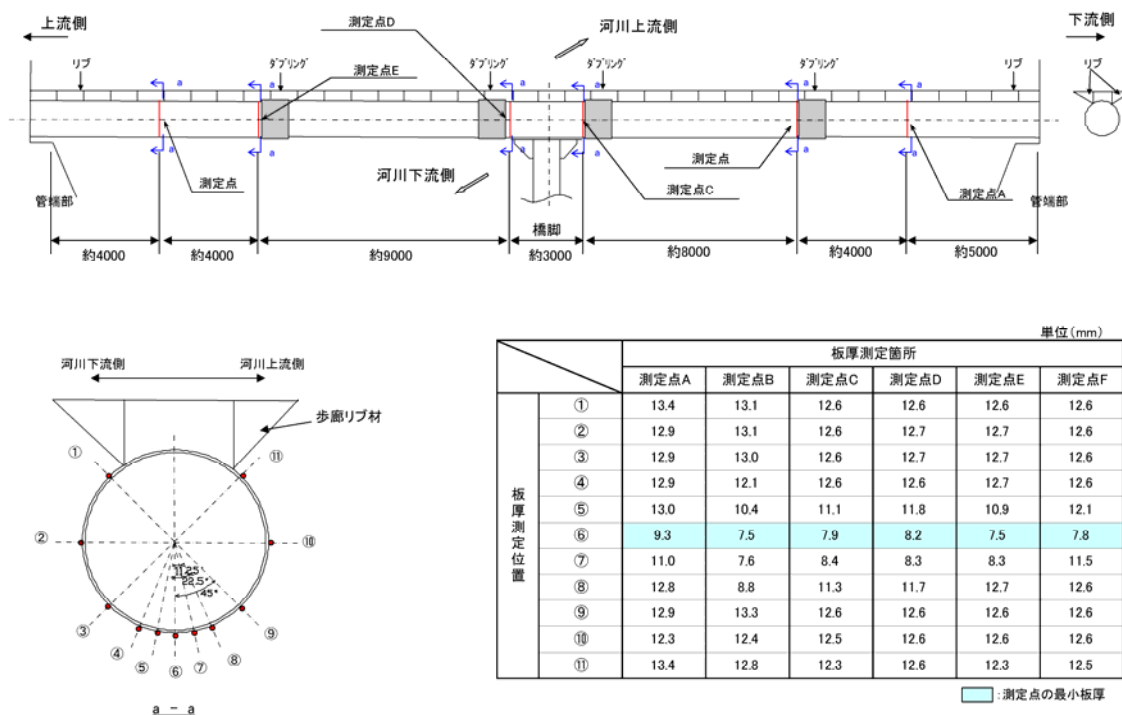
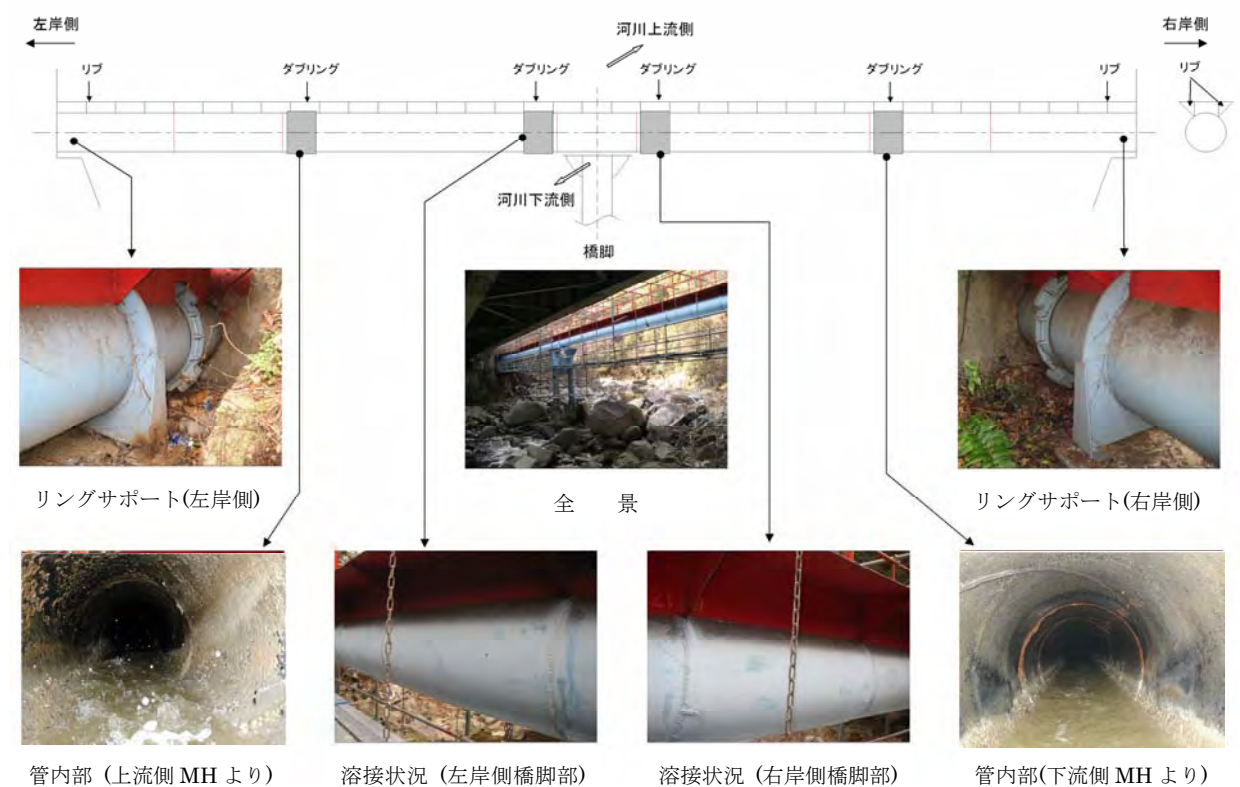


図-1 管体の板厚測定（SP 管 φ 500 mm・超音波測定）



図－２ 管体調査結果（SP 管 φ 500 mm）

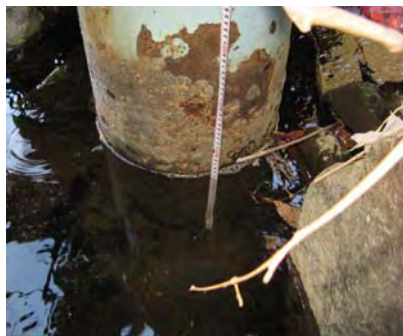
３－２）橋脚及び付属物

３－２－１）橋脚部

橋脚は流石などが衝突してできた損傷が見られた。鋼管パイプの径はφ400mmで、超音波測定の結果は上端付近で12.5～13mm、下端付近で約11.5mmとなり、設計断面での減肉は1～1.5mmと判定した。上端付近を設計板厚と仮定すると下端の減肉は1割弱であり、許容範囲にあるものと判定する。

３－２－２）付属物

目視調査の結果は、主鋼材以外の両端部のリングサポートや歩廊架台の基部に腐食減肉、歩廊部に塗膜の剥離が見られた。



橋脚下端部の腐食



リングサポートの基部



B水管橋トラス弦材の腐食

4. 改築・修繕計画の策定（D水管橋は直ちに改築が必要）

測定結果から腐食率を求め、設計管厚（構造計算書の設計上の管厚）までの残り耐用年数を直線式と仮定して計算すると下表のようになる。

表－2 管厚からの残耐用年数

水管橋名	元管厚 (mm)	現況最小管厚 (mm)	腐食率 (mm/年)	設計管厚 (mm)	計算上の残 耐用年数 (年)	備 考
B水管橋	12.0	7.5	0.1125	6.0	13.3	減肉
C水管橋	12.7	7.5	0.1300	7.0	3.8	減肉
D水管橋	12.0	7.2	0.1200	8.0	板厚不足	対策必要

管体については、外観上の異常は認められなかったが、板厚測定の結果では、いずれの水管橋も減肉は管内の底部 22.5° 区間に集中していた。特にD水管橋は、設計管厚以下になっていることから早急な対応が必要である。また、管の機能と供用年数の関係は放物線に近いと推定されるので、B、C水管橋についても管体の補修・改築は、計算上の残耐用年数より若干早めたほうが良いと思われる。

今回の管体の減肉は、管内部で起こり橋梁部全長にわたっていることから、全面的な改築が必要で、当面の対応としてD水管橋の改築を管更正工法で推奨した。

5. まとめ及び維持管理の今後（より高い耐久性の追求）

調査結果を総括すると、管体の減肉箇所は3橋共通して、管底部 22.5° 区間に集中していることが認められた。この原因は、汚水とともに流される砂・小石等が 40 年の長い供用期間で徐々に管路を磨耗させたものと思われる。また、腐食率を見ても（表－2）、流速の早いところほど大きく、管の磨耗も大きいことが判った。なお、予想した管上部（気相部）の硫化水素による劣化は見られなかった。管体の補修・改築計画では、D、C水管橋は早急に、B水管橋は 10 年後を目安に改築することを提案した。

今回の調査は、管路が劣化する一つの原因を捉えることが出来た。今後とも現場で起こっている劣化原因を追究し、耐久性設計の精度を上げてゆく所存である。

—土木技術に挑む—
微生物よもやまばなし(その10)

微生物の生命力 (3)



顧問 田澤 榮一
(広島大学名誉教授)

昭和 45 年ごろ日本で海洋開発の機運が高まった時のことである。コンクリートの船を開発するプロジェクトが始まった。鉄筋コンクリート船のそもそもの始まりは、金網で補強したモルタルで造ったボートである。十九世紀後半にパリで開催された万博にランボーが出展したのが始まりといわれている。“今更”と思われるかもしれない。

高強度の軽量コンクリートを開発し、容量 500 t のバージをこのコンクリートで製造した。今までは製作不可能だったサイズの船体がなんとか設計できた。プレキャストした函体を PC 鋼線で継いで製造し、斜路を用いて進水させた。“C ボート 500”と名付け、性能試験後は瀬戸大橋の工事用仮設栈橋として使用した。

この船を開発するため、戦時中に造られたコンクリート船の調査を行った。瀬戸内に二隻の船体が残っており、ともに現在まで防波堤として用いられている。音戸の瀬戸にある船は、制空権を失った日本海軍が苦肉の策として開発した半潜水式油槽船である。重油を満載するとコンクリートの重量とバランスし、わずかに海面に首を出す。表面はきれいな円形に小手仕上げされていたが、海洋生物が全く付着していない。その後、開発を担当した海軍の技術将校を訪ね、往時には軍事機密だった部厚い資料を入手した。それを読んでではじめて解った。船の表面のモルタルには硫酸銅を混入してフジツボの付着を防止していた。

フジツボについては、米国のスクリプト海洋研究所のレポートが手に入った。このレポートも戦時中には、高度の軍事機密だったらしい。その理由は軍艦の高速維持に必要な情報だからである。外板に付着するフジツボにより、航行速度が低下し、その低下率は 10 % どころではないらしい。フジツボは航行中にも付着するので、軍艦にとっては大問題なのである。付着を防止するきっかけを何とか見つけたい。そこで、このレポートではフジツボの幼虫をつぶさに観察している。幼虫は海水中にはどこでもいるのだそう。だ。「この幼虫は自分の永住の棲家を見つけるため、付着する前に我が家の予定地をなめ、その味で棲み心地を確かめる。」と書いてある。我々も伊豆の海洋公園にある東海大学の実験地で、“不味い味”の追試を行った。不覚にも、試験体を固定していなかったため台風で飛散し、実験は後の祭りとなった。

その後、フジツボの付着防止には種々の方策があることを知った。アンチファウリングペイント (antifouling paint) という特殊な船体塗料は、フジツボ等が付着し難い化学成分になっている。また一旦ついたフジツボがすぐにはがれるアイデアもあった。ある大きさ以上の流体力がかかると、ペイントが薄く剥げ落ちてしまうのである。

フジツボの付着は魚網のロープにも障害になる。ロープへの付着防止剤には水銀を使った薬剤が用いられて来たが、現在は使用が禁止されているらしい。

下水道事業の理解を求めるために —新しい時代を認識した感覚対応が必要—



顧問 中本 至（郷顔）
（元建設省下水道部長・工学博士）

1. 総合経済対策の補正予算について思う

10月17日、政府の総合経済対策を実行するための追加歳出補正予算が成立した。

補正予算に伴う事業は、地震や集中豪雨の被災地で災害復旧工事を行うほか、災害対策として①橋梁の耐震工事やバイパス整備②空港の耐震化③河川の急な増水に備えた警報装置設置等を盛り込んでいる。

最近「下水道整備はもう一応終わった」とか「すでに維持修繕時代に入った」などの言葉が流布されている。もちろん、施設の老朽化が目立ち、早急な更生・補修は必要だが、中国地方の瀬戸内海や他の河川・湖沼の水質状況をつぶさに知見する時、矢張り高度処理を含めた建設事業の増大が中小企業の景気回復のためにも不可欠である。

2. 下水道の計画・設計・運営などで他へ説明する時のポイントは？

私はこれまで、色んな立場からの長い経験をしてきた。そこで、地方公共団体やコンサルタントが、政治家、学者、経済人、地元市民、他の下水道関係者等に下水道の計画・設計・運営などで理解を求めるための説明手法を述べたい。（項目書きとする）

キーワードはやはり「事業実施の効果」「コスト削減」「人口減少」「財政見通し」である。

（1）計画区域の決め方の妥当性がポイント

- ①計画区域の設定においては、個別処理（浄化槽）との経済比較がなされ、下水道で整備されることが最適であることが検討されていること（各県構想に適合していること）。
- ②その構想において、下水道で整備がなされることが設定されている地区においても、人口減少等が顕著な地区について、コスト面、時期の見極めの観点から、計画区域の設定の妥当性が検討されていること。

（2）計画フレーム（骨組み）の妥当性がポイント

- ①計画人口の設定にあたり、これまでの推移や現状の人口と整合が取れているか？
予測と実態との乖離（傾向と絶対値）がないこと。
- ②人口問題研究所等の将来人口推計などを活用の上、人口減少を考慮すること。
- ③汚水量原単位については、将来設定が現状あるいは、トレンド（趨勢）と比較した場合に、過大となっていないこと。
- ④関係する計画（流総計画ほか）との整合性。

（3）増設・拡張の妥当性がポイント

- ①流域下水道、単独公共下水道については、現有施設の処理能力に対する流入汚水量の

実績値から、即座に増設する必要性が認められること。

②これまでの流入汚水量の実績値とそのトレンド、整備計画から推計される将来の流入汚水量の予測が、実態に則したものであること。

(4) 持続率向上に向けての取り組みがポイント

①面整備に併せた接続の促進が順調に行われていること。

②今後も接続の促進が順調に行われていること。

(5) 下水道経営の長期的なバランスがポイント

①下水道経営に係る長期的な収支バランスの見通しを立てていること。

②財政改善方策などが検討されていること。

(6) その他

他処理区、他の汚水処理施設、他の地方公共団体等との共同処理など、広域的な観点からの取り組みについて、検討がなされていること。

3. 予算獲得のためのポイントは？

(1) 事業実施の効果がポイント

①下水道普及率向上が見込まれるなど事業効果が大きいこと。

②浸水対策緊急事業、地震対策緊急整備事業などの補助制度の採択を受けた取り組みであり、緊急度が高いもの。

③新世代下水道支援制度の採択を受けた事業など、先進的な取り組みをしたもの。

(2) コスト縮減がポイント

①コスト縮減に関する創意工夫を行い、事業費の削減に取り組んでいること。

②地域特性、立地条件を踏まえた工法の採用などを通じて効果的な事業。

(3) 人口減少、財政状況などがポイント（上記参考）

(4) その他 地方公共団体、市民、企業などの熱意。

4. 大広エンジニアリングの社歌「創意の旗をかざしつつ」について

下に表示した社歌は、当社の今後の目的・方針・伝統・意気込みと力強さを詠った4行詩の軽快なメロディーである。社員は躍進・協調の調べとして口ずさみましょう。

大広社歌

創意の旗をかざしつつ

作詞 正木 普
監修 石村 清治
作曲 宅見 学

一、溢れる若さ たくましく
創意を胸に 日々新た
人に幸せ 捧げんと
大広理想の 技磨く

二、豊かな四季の ふるさに
治めし水も 麗しく
人に微笑み 輝かせ
大広英知の 技拓げ

三、高く掲げる 理想もて
守りし道の パイオニア
街の平和を 創りだす
大広ほまれの 技究む

四、明日への夢を 結ばんと
未来に築く エコロジー
地方豊かに 使命もち
大広信義の 技永遠に