

下水処理場施設における合成木材製 覆蓋更新に関する技術資料



研究第二部 研究員
田村 司郎

1 はじめに

下水道整備の進展により管路延長は約400,000km、下水処理場は約2,000カ所と、下水道ストックのボリュームは年々、拡大している。そのような状況下で、下水道施設の改築および更新の判断、施設の有効的な活用方法、維持管理の合理化、また環境負荷の軽減といった総合的な運営管理が必要とされている。

合成木材製覆蓋は、水処理施設等に安全の確保や臭気の対策を目的として使用されており、30年を越える実績がある。しかし、ストックマネジメントの観点から精査すると、維持管理上の留意点、更新の判断基準、更新設計手法について整理する必要性がある。

2 技術資料の概要

本技術資料は、下水処理場で長期使用された合成木材製覆蓋の劣化挙動について、性能試験により得られた知見から、適切な劣化状況の判断手法や更新する際

表－1 技術資料の目次

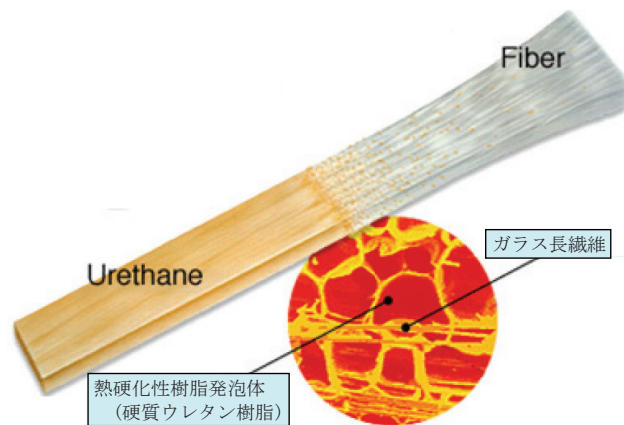
第1章 総則	第5章 更新設計
第1節 目的	第1節 更新計画の策定
第2節 適用範囲	第2節 新設による更新設計
第3節 用語の定義	第3節 リユースによる更新設計
第2章 概要	第6章 施工
第1節 下水処理場における簡易覆蓋の現状	第1節 施工方法
第2節 合成木材製覆蓋の構造と配置	第2節 施工上の留意点
第3章 性能	第7章 維持管理
第1節 合成木材	第1節 維持管理の目的
第2節 合成木材製覆蓋	第2節 維持管理の方法
第4章 点検および診断	第3節 付属品の交換・修理
第1節 点検	第4節 覆蓋の表面補修
第2節 診断	

の留意事項等を明確化し、最適な更新手法を取りまとめたものである。表－1に技術資料の目次を示す。

3 合成木材製覆蓋の概要

3.1 合成木材とは？

図－1に示すように合成木材（Fiber reinforced Foamed Urethane）は、硬質ウレタン樹脂発泡体をガラス長繊維で強化した軽量耐食構造材である。ガラス長繊維はモノフィラメント状態まで均質に分散しており、発泡体は完全な独立気泡を保持している。



図－1 合成木材の構造

3.2 合成木材の特長

合成木材は、天然木材に替わる素材として使用され、天然木材とプラスチックの特長を兼ね備えた性能を有しており、図－2に示すように土木分野で広く活用されている。

合成木材の特長は次のとおりである。

- ①軽量で加工性が良好

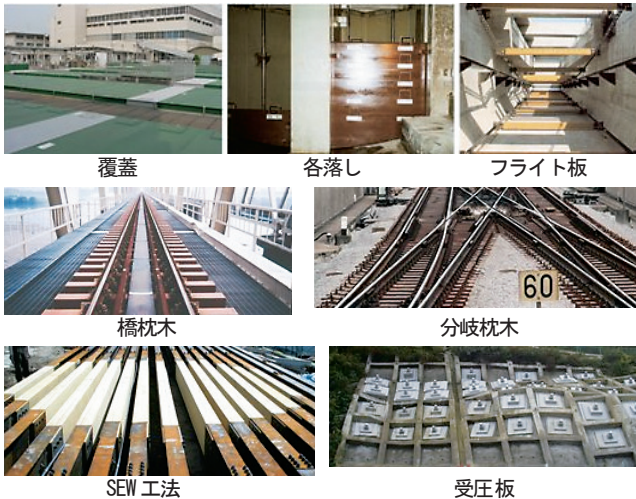


図-2 合成木材の使用例

天然木材と同等の軽さ（比重0.5～0.74）であり、木材同様に加工が可能である。

②物理的性質が優れている

天然木材と同等の強度を有し、屋外や水中、土中で使用しても強度低下がほとんど認められない。

③耐久性がよい

吸水量が非常に少なく腐朽することがないため、強度や寸法精度を長期に維持することができる。

④品質が均一で、長尺品の製作が可能

品質管理された工場での生産で、形状寸法ならびに外観等の均質な材料が生産できる。

⑤廃棄物が低減できるので環境への配慮ができる

以下に示す「3R」の取り組みに対応ができる。

- 1) Reduce (リデュース = 廃棄物を出さない)
長寿命製品のため、廃棄物の削減に寄与できる。
- 2) Reuse (リユース = 再使用する)
新材の追加で補強等が行え、再生利用が容易。
- 3) Recycle (リサイクル = 再資源化する)
工場内で発生した端材や産業廃棄物の回収材から、新品とほぼ同等の強度を持った構造材を製作できる。

3.3 合成木材製覆蓋の特長

合成木材製覆蓋（図-3）の特長を以下に示す。

- ・合成木材の特性である軽量，耐久性，加工性を活かした製品仕様が可能である。
- ・反りや曲がりが生じにくいいため，蓋間の段差等により気密性が損なわれにくい。



図-3 合成木材製覆蓋

3.4 簡易覆蓋の現状把握

研究に当たって全国の自治体に対し、簡易覆蓋の使用状況、点検・維持管理、更新計画についてアンケート調査を実施した。その結果、使用年数については、簡易覆蓋の標準耐用年数である18年を、45%の施設が越えていることが判明した。（図-4）

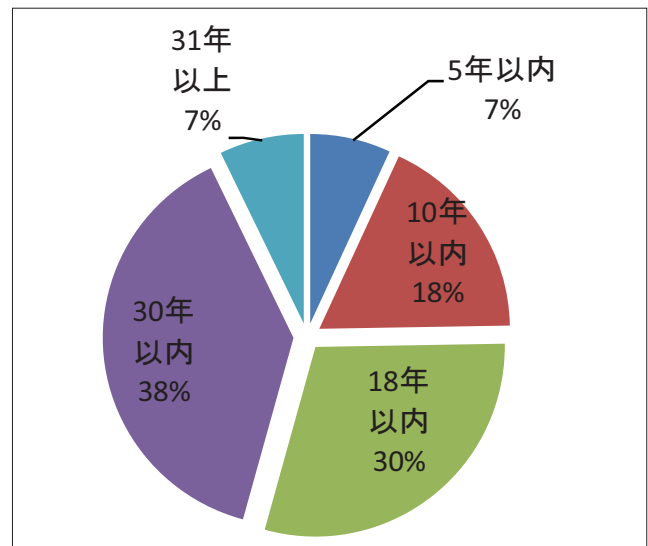


図-4 簡易覆蓋の使用経過年数

4 研究内容

4.1 合成木材素材の性能試験

素材の劣化特性や、更新の判断基準となるデータの収集・分析を目的に、試験室における希硫酸溶液浸漬試験および処理場施設内^{*1}への暴露試験を実施した。（※1：全12施設に設置。うち年間平均硫化水素濃度が50ppm以上である腐食環境I類の施設は5施設）

① 試験室における希硫酸溶液浸漬試験

- ・ 希硫酸濃度が高いほど、早期に曲げヤング係数の低下が認められた。
- ・ 標準耐用年数である18年後の推定曲げヤング係数は、希硫酸溶液濃度が1%で強度保持率97%、3%で同83%、5%では同64%となった。
- ・ 10,000時間経過後、試験片の形状寸法は変化せず、重量は1%未満とごくわずかに増加した。

② 処理場施設内への暴露試験

- ・ 腐食環境がI類施設のうち2施設で、約10~16%の曲げヤング係数の低下が確認されたが、残りの10施設では確認されなかった。
- ・ 覆蓋裏面の結露水のpHが1の施設で曲げヤング係数の低下が見られた。結露水のpHが1とは、希硫酸溶液の濃度1~3%程度に相当する。
- ・ 曲げヤング係数の低下が見られない施設の覆蓋裏面の結露水のpHは5~6で、酸が希釈されていた。

これらの実験結果より、覆蓋裏面の結露水のpHが覆蓋劣化要因のひとつであることが確認された。なお、気相中の硫化水素濃度が高いカ所であっても曲げヤング係数の低下が見られない施設もあり、一概に気相中の硫化水素濃度だけで曲げヤング係数の低下を判断することは難しいといえる。

4.2 合成木材製覆蓋の更新設計手法について

合成木材製覆蓋の更新設計手法の整理を行った。ここでは覆蓋の点検項目を明示し、診断・更新設計を実施するための手順を示す。

① 点検

点検頻度ごとに日常点検、定期点検、異常時点検に分けて、点検項目と方法を定めた(表-2)。点検を的確に実施することで、異常や損傷等を早期に発見できる。腐食環境下では点検頻度を早めて実施する。

② 診断

診断は、点検結果から覆蓋に異常が認められた場合に行う。簡易診断と詳細診断に分けられ、まず簡易診断を実施して、本体、表面状態、付属部品の劣化状況を把握する。

覆蓋本体で異常が認められた場合は、詳細診断をおこなう。詳細診断は覆蓋本体のたわみ試験と曲げ試験を実施し、更新の要否を判定する。

表-2 点検項目と頻度

部位	点検項目・方法	点検 【 】内は腐食環境下			
		日常点検 1回/3ヵ月 【1回/月】	定期点検 1回/2年 【1回/年】	異常時点検 必要時	
覆蓋	本体	目視による割れ・傷	○	○	○
		目視による面板の反り		○	
		目視による表面塗装剥れ		○	
		歩行時のたわみ ^{注1}		○	
		がたつき		○	○
	点検口	開閉作動状態		○	
		蝶番・取手・ラッチ錠の破損		○	
付属部品	取手	目視による損傷		○	
		ねじのゆるみ		○	
	飛散防止	目視による変形・損傷 (ロック状態) ^{注2}		○	○
シール部	ゴムパッキンの損傷		○	○	
受枠	目視による錆・腐食		○		
躯体	目視による腐食・ひび割れ	○	○	○	

表面状態、付属部品で異常が認められた場合は再塗装や交換などの適切な処置を講じる。

図-5に診断の手順を示す。

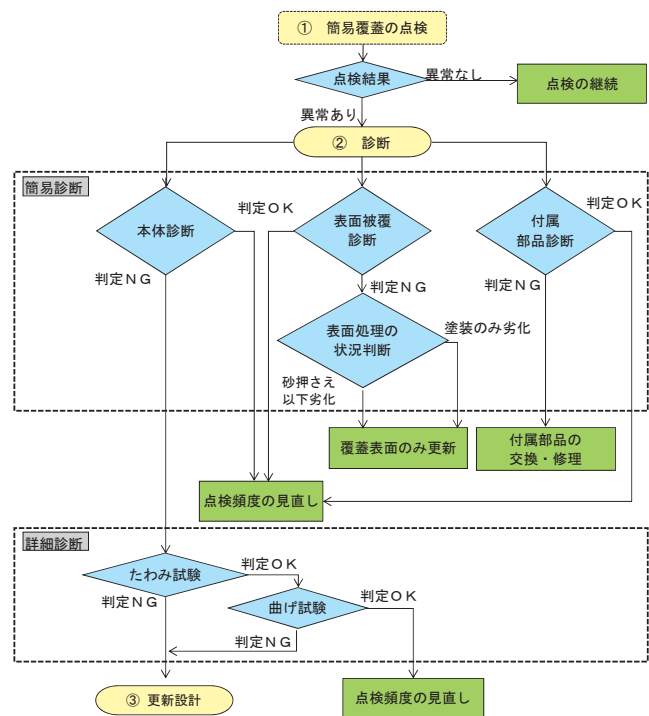


図-5 診断の手順

③ 更新設計

更新設計は、詳細診断を実施した結果、更新が必要となった場合、新設かリユースによる更新を検討する。図-6に覆蓋の更新方法の選択手順を示す。

更新方法の選定は、蓋の形式により手順が異なる。

1) 単板蓋、組立蓋(リユース履歴あり)の場合

単板蓋は、リユースに際し既存覆蓋とほぼ同じ体積

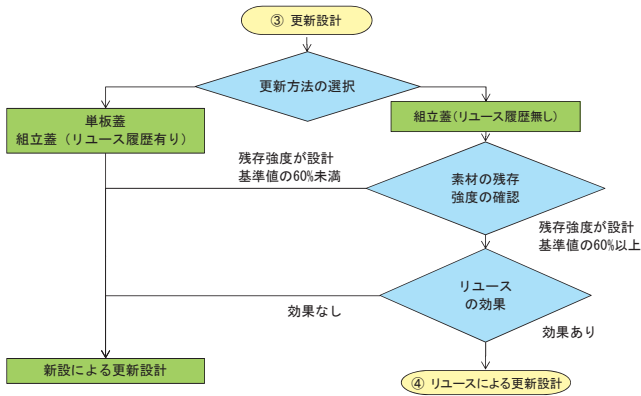


図-6 更新方法の選定手順

の補強材で補強する必要があり、コストメリットが得られないため、新設による更新を選択する。

また、組立蓋で一度リユースしたものを再度リユースすることは、重量が増加することや設計が複雑になるため、現時点では実施しない。

2) 組立蓋 (リユース履歴無し) の場合

組立蓋をはじめて更新する際はリユースによる更新を検討する。

覆蓋の残存強度が設計基準値の60%以上である場合は、リユースの効果の有無について、コスト縮減と環境負荷の改善の面から判断する。

なお、リユースがコスト面で優位となる要因は以下の事項がある。

- ・リユース蓋は部材の機能向上、蓋表面の性能復元の作業が生じるが、材料の使用量が少なくすむため、新規蓋の交換より安価である。
- ・既存の受枠をそのまま使用できるため、受枠の撤去費と材料費および設置費と鋼材スクラップの計上が不要である。

また、リユースが環境面で有利になる要因としては、覆蓋を産業廃棄物として処分する際や新設する際の資源の採取・製造する際のCO₂発生量がリユースにより抑えられる。

④リユースによる更新設計手順

更新方法の選定結果から、リユースの効果があると確認できれば、リユースによる更新設計を行う。

リユースとは補強材を接着接合し強度を回復することで、覆蓋を再利用可能な状態にすることであり、その構造は、主梁の補強を基本 (図-7) とする。

リユースによる更新設計の手順としては、既存覆蓋

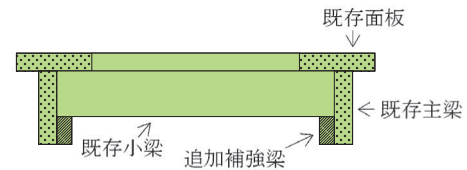


図-7 リユースの構造例

と補強材の接着強度を確認し、基準値以下の場合、基準値を満たす表面の研磨深さを検討する。その上で、強度計算を行い、補強方法や補強量を決定し、最後に表面処理方法を決定する。

合成木材製覆蓋をリユースにより更新する場合の手順を図-8に示す。

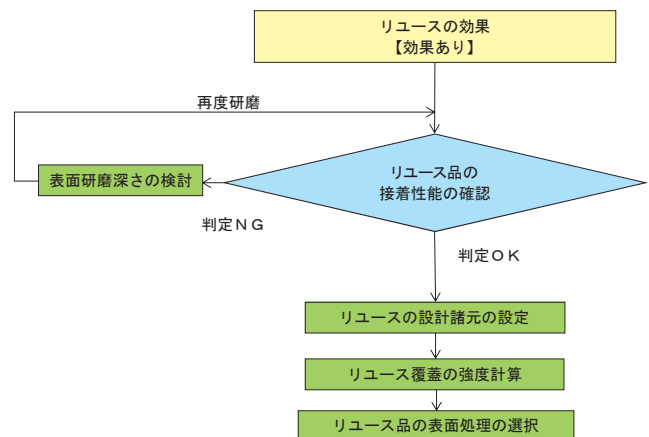


図-8 リユースによる更新設計フロー

5 おわりに

本研究では、合成木材製覆蓋が劣化する環境として、気相中の硫化水素濃度の影響よりも、蓋裏に付着する結露水のpH濃度が影響を与えていることが実験により確認された。また、合成木材製覆蓋の点検項目や診断内容など更新に至るまでの設計フローを整理した。

覆蓋は処理場施設に従事する係員の安全や、周辺環境の保全のためには欠かせない設備だが、維持管理に関しては盲点になりやすい。その上管理を怠ると事故や苦情に直結する。

本技術資料が下水処理場内の合成木材製覆蓋の更新にあたっての設計、施工ならびに維持管理の検討業務の一助になれば幸いである。