

堆肥舎のストックマネジメント手法の検討について [平成21 (2009) 年度調査]

十勝総合振興局産業振興部整備課 ○川岸淳司
株式会社ズコーシャ 井上誠司

1. はじめに

堆肥舎は、環境三法が平成11年度に制定されて以来建設が急増し、宗谷管内においても平成15、16年度をピークとして多数建設されてきた。

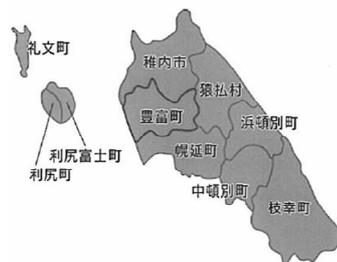
それらの堆肥舎の中には、耐用年数が17年にもかかわらず、建設後の経過年数が5～6年で劣化の進行が早い施設が見受けられる。

その原因としては、宗谷管内特有の海からの強風を常に受け、サロベツ原野に代表されるような軟弱地盤が分布する地域があるなどの厳しい立地条件が考えられる。

近年、農業用排水路や農道においては、これら施設の点検・機能診断、補修、更新を機動的に行うストックマネジメント手法に基づく保全対策事業が採択されている。

堆肥舎についても、更新整備が必要となる致命的な状況となる前に補修を行うことで、施設の長寿命化によるライフサイクルコスト(LCC)の低減を図ることが可能と考える。

今回、調査を実施した宗谷管内豊富町は、家畜の飼養戸数及び頭数が管内の約4分の1を占め、管内全体(607施設)に対する堆肥舎整備率が23%(平成20年度調査)と、比較的高い状況である。このことから、豊富町内の堆肥舎を対象とし、ストックマネジメント手法に基づく現地調査を行い、劣化要因やライフサイクルコストの低減に向けた保全対策工法を探るとともに、その劣化の状況をサンプルとして最適な保全対策の決定などの検証を行った。



【図-1】豊富町位置図

2. 調査内容

豊富町管内の道営事業等で整備した堆肥舎139施設の中から50施設を抽出し、利用状況、劣化状況、要望事項などを把握するために、管理者へのアンケート調査を実施した。

更に、その50施設の中から、海岸からの距離、基礎地盤の状況、経過年数、アンケート調査内容などを勘案し、10施設を抽出して現地調査をした。

3. 現地調査

1) 現地調査10施設の概要

- ①建設年：H12～17年（調査年のH21年で9～4年経過）
- ②海岸からの距離：2.4～19.0km
- ③地盤：現地調査を実施した10施設のうち4施設が「泥炭層あるいは現河床氾濫堆積物（軟弱地盤区域）」の分布域、1施設がその「境界付近（境界区域）」に立地している。（豊富町の地質図 1) による。）
- ④構造
 - 7) 擁壁：現場打ちコンクリート7施設、既製品3施設
 - 1) 土間：現場打ちコンクリート10施設

ウ)上屋基礎： 上屋杭基礎4施設（内軟弱地盤区域3施設）、上屋直接基礎6施設（内軟弱地盤区域1施設、境界区域1施設）

2)現況調査結果

劣化の目安となる基準値を設けて、現地で、劣化図の作成や各種物性試験（中性化・塩化物含有量・強度試験）などの調査を行い、変状（健全度）を区分した。

○健全度指標の定義

表-1 健全度指標の定義

健全度	施設の状態	対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態	要観察、経過を記録
S-3	変状が顕著に認められる状態、劣化の進行を遅らせる補修工事などが適用可能な状態	補修(補強)
S-2	構造的安定性に影響を及ぼす変状、補強を伴う工事により対策が可能	補強(補修)
S-1	構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数。近い将来施設機能が失われる。施設の改築が必要	更新

○土木施設

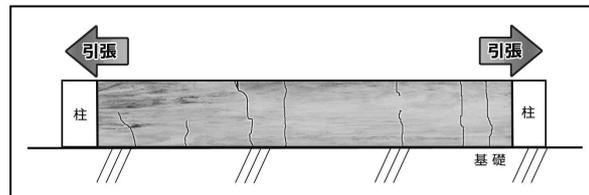
①ひび割れの劣化状況と要因 [※ポイント]

劣化基準（健全度）：最大ひび割れ 0.2mm未満（変状なしS-5）、0.2～0.6mm（変状兆候S-4）、0.6mm以上（変状ありS-3） 2)

7)擁壁 [乾燥収縮、内部要因]

a) 現場打ちコンクリートの5施設において、長手方向の直角（鉛直）に概ね一定間隔で幅0.6mm以上（S-3）のひび割れが発生。

b) ひび割れには、その直角方向の力が作用している。擁壁部の乾燥収縮では、長手方向の収縮量が大きいことから、壁面に水平方向の引っ張り力が作用し、その直角方向（鉛直）にひび割れが発生した。

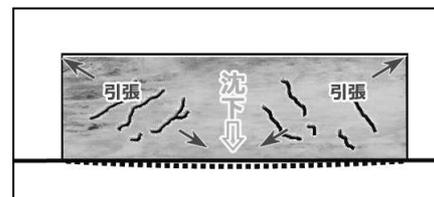


[図-2] 擁壁乾燥収縮ひび割れ図

1)擁壁 [基礎沈下、外部要因]

a) 軟弱地盤区域の1施設において、擁壁端部の斜め方向に幅0.6mm以上（S-3）のひび割れが発生。

b) 壁中間部における基礎の沈下により、ひび割れ直角方向の引っ張り力が発生したことが考えられる。

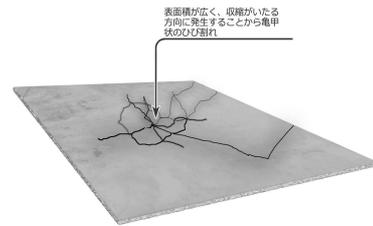


[図-3] 擁壁沈下ひび割れ図

ウ)土間コンクリート [乾燥収縮、内部要因]

a) 3施設において、不規則に伸びる幅0.2～0.6mm（S-4）の網目状のひび割れが発生。

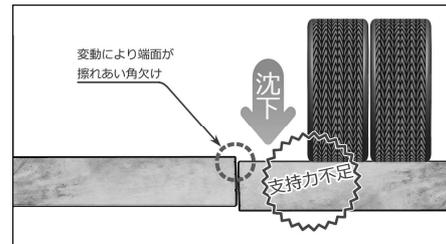
- b) 表面積が広い場所で、養生中の急激な乾燥により、収縮がいたる方向に発生し、微細な亀甲状のひび割れが発生したことが考えられる。



[図-4] 土間（壁）乾燥収縮ひび割れ図

I)土間コンクリート [基礎不等沈下, 外部要因]

- a) 軟弱地盤区域の2施設において、ひび割れ端面の角欠けした幅0.2~0.6mm (S-4) の不規則なひび割れが発生。
- b) ひび割れした端面がこすれて角欠けを起こし、重機の走行に伴い波打ちが確認されたことから、明らかに地耐力不足による不等沈下が原因である。

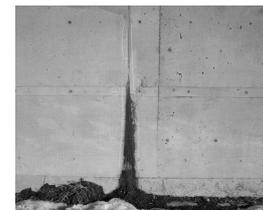


[図-5] 土間沈下ひび割れ図

②擁壁の目地の開き状況と要因 [基礎不等沈下, 外部要因]

劣化基準（健全度）：目地の開きがない（S-5），局部的（S-4），全体的（S-3），排汁漏洩（S-3）

- 7) 軟弱地盤区域内2施設を含む3施設において、局所的な目地の開き（S-4）が発生。
- 1) 土間コンクリートでの不陸調査の結果から、地耐力不足による不等沈下が原因である。



[図-6] 擁壁の目地の開き図

③土間コンクリートの不陸状況と要因 [基礎不等沈下, 外部要因]

劣化基準（健全度）：沈下がない（S-5），局所僅か（S-4），局部的（S-3），全体的（S-2）

- 7) 軟弱地盤区域の3施設と境界区域1施設を含む5施設において、局所的な土間コンクリートの不陸（S-3）が発生。
- 1) 軟弱地盤区域であることから、基礎地盤の沈下（地耐力不足）が原因である。また、1施設の土間で、冬期間に堆肥が入っていなかった一部のエリアで、目地部に段差が生じたことから、基礎地盤の凍上による影響も挙げられる。

④ [考察] [土間コンクリートのひび割れ (①I) 及び不陸 (③)]

地耐力が望めない軟弱な地層が分布している地盤条件の下、堆肥荷重や堆肥の切返しに使う重機の動荷重も加わった曲げ破壊や不等沈下の可能性が考えられる。比較的早い段階で発生する乾燥収縮ひび割れも複合的に関与したことも推測される。

また、冬期間に堆肥が搬入されていない箇所では、土間コンクリート下の基礎砂利厚さが43cm程度（豊富町設計置換厚55cm³）（てい減率 $\beta=0.55$ （堆肥による保温等考慮））- コンクリート舗装12cm、 $\Sigma=43\text{cm}$ ）であることから、基礎砂利下の基礎地盤の凍結・凍上の発生が考えられる。その状態で、堆肥盤上に重機荷重による応力が作用すると、ひび割れ防止程度の配筋量である土間コンクリートに曲げやせん断応力が発生し、ひび割れが生じたことが考えられる。

- ⑤擁壁コンクリート圧縮強度（リバウンドハンマーの反発度から推定）の劣化基準と状況
- ア)劣化基準（健全度）：21N/mm²以上（変状なしS-5），15～21N/mm²（変状兆候S-4），15N/mm²未満（変状ありS-3）
- イ)全ての施設が21N/mm²（S-5）以上
- ⑥擁壁コンクリートの中性化残り（ドリル削孔粉を用いた中性化試験）の劣化基準と状況 [劣化の進行]
- ア) 中性化がコンクリートの被り厚さ10mm未満になると塩化物を含むコンクリートで鉄筋の発錆が始まる。
- イ)劣化基準（健全度）：残り10mm以上（変状なしS-5），-（S-4），10mm未満（変状ありS-3）
- ウ)全ての施設が残り10mm以上（S-5）
- エ) コンクリートの中性化深さの将来（ \sqrt{t} 則， $y=b/\sqrt{t}$ より）経過年数とともに中性化は進行しているが，今後，中性化が鉄筋に達するまで最短の施設で580年であった。
- ⑦擁壁コンクリートの塩分含量の劣化基準と状況 [飛来塩分の影響]
- ア)塩化物イオン含有量は，鉄筋の発錆限界が1.2kg/m³と示されている。
- イ) 塩分量は，表層（0～2cm間）が内部（2～6cm間）より大きな値となった。この傾向は，海寄りの施設でやや強いことから，飛来塩分による影響と考える。
- ウ) 2施設の試験結果から塩分の拡散係数（Dcm²/年）を逆算し，鉄筋位置における発錆限界（1.2kg/m³）に達するまでの年数を予測した。海から2.4km（被厚5.4cm）の施設が，最も早く今後22年となった。
- ⑧ [考察] [構造判定⑤～⑦]
- 擁壁は，中性化深さが浅く，飛来塩分の影響は受けているものの内部の塩分含量は少なく，圧縮強度も十分満たしていることなどから，構造への影響は少なく現在のところ安定していると判断した。
- 上屋施設
- ①塗装の劣化状況と要因
- ア)劣化基準（健全度）：錆がない～僅かな錆（S-5），明らかに錆（S-4），全面に錆（S-3），鋼材肉厚の減少（S-2），鋼材肉厚の減少が全面的（S-1）
- イ) 鋼材の錆（腐食）は，海岸から10.6kmの1施設のみが点錆（S-4）であったが，その他施設は錆が多く，斑（まだら）～全面錆（S-4～3）であった。施設前面で堆肥が接することが多い柱脚部で他の部位より劣化が進行していた。多くの施設は，平成16年5月1日以前までの塗装標準仕様「錆止B種（屋内用）（JIS K 5621 B種）」であった。一方，点錆の1施設は，塗装仕様が変更となった後の施工で，防錆性能は同等で耐候性能を増した「錆止上塗り兼用塗装（防錆性能JIS K 5621同等以上，耐候性JIS K 5516同等以上）」であった。
- ウ) [考察]
- 点錆の1施設は他に比べて若干新しいこともあるが，塗装仕様が耐候性能を増したことにより劣化の進行が改善されたと考える。また，海岸寄りの施設では，

地区の最多風向である北～西面の発錆が特に多いものの、堆肥舎の外側と内側を比較すると内側の腐食が大きく、風通しの良い施設では鉄骨の腐食が少ない傾向があった。このことから、鋼材の腐食は、飛来塩分よりも堆肥からの発生物質による影響が大きいと判断した。

I) [参考] [※ポイント]

家畜ふん尿の堆肥化過程で発生する二酸化炭素やアンモニアは、通常のガスの状態では塗装や鋼材を浸食することはない。しかし、水蒸気は結露となって表面に長く付着しており、塗膜の耐水性によっては塗膜を透過し、塗膜と鋼材の界面に水分が溜まるのが腐食の大きな原因となる。

また、ガス類の中では、有機酸のように水（水蒸気）に溶解すると酸性を呈するものもあり鋼材腐食の一因となり得る。

従来の一般用錆止めペイント（JIS K 5621 B種）は、屋内用のため耐水性が「やや劣る」と評価されていることから、水蒸気による腐食が早かったと考える。

②柱の傾斜の劣化基準と状況

7)6/1000（6mm/m） 8) ※建設時における国土交通省の瑕疵工事の目安として技術基準を参考（住宅紛糾処理の参考となるべき技術基準）

1)軟弱地盤区域1を含む4施設において若干上回る。

③塗膜厚の劣化基準と状況

7)70 μ m以上（35 μ m 2回塗り） 9)

1)塗膜厚は、最低72 μ mで、基準値70 μ mを下回った施設はなかった。

④ [考察] (②、③)

柱の傾斜は、経年変化と基礎の沈下等の影響を受け、多少の変位が生じ若干基準値を上回る施設もあった。年を経てもう一度、柱の傾倒を調査することにより、その劣化が進行性なのかどうかの判定ができる。また、塗装の劣化は、斑～全面錆が殆どであったが健全部の塗膜厚は確保されていた。

4. ライフサイクルコストの低減を図る保全対策の検討 [※ポイント]

1)コンクリート構造物

コンクリートのひび割れ防止するためには、

①乾燥収縮

7) [設計時] 適切な間隔で目地を計画すること。

1) [施工時] コンクリート打設時には、入念な振動により締め固めを充分に行う。

1) [処置] ひび割れの発見時には、補修までの応急措置として粘着テープ等による目張りを施し、劣化因子の侵入を防ぐことが有効である。

②凍上等

冬期間には、土間コンクリートを極力暴露状態にせず、それが避けられない場合には、近傍での被害・施工例の実績等を勘案したてい減率（ β 値）とするなど設計置換厚を検討する。また、利用者には暴露状態での利用及び擁壁高さ以上に積んで設計荷重超過とならないよう指導が必要である。

③基礎不陸沈下

土間コンクリート沈下後の対策としては、見直された設計置換厚まで砂利で置き換える工法や、土間に杭径よりやや大きい穴を開け、そこから杭を打設することにより支持力を得る工法などが考えられる。なお、杭頭には押し抜きが生じないように十分な補強鉄筋を配し、その上面に勾配修正のコンクリートを打設することが必要である。

2) 塗装

結露の発生が多い場合などについては、耐水性を向上させるためにエポキシ系、ポリウレタン系などの塗料が必要であると考えられる。

更に、雨水の停滞や、堆肥が直接接触する柱脚部の塗装劣化を防ぐためには、柱脚部の鋼材を耐水・耐食性に優れた塗料やFRPで保護することが有効である。

5. 健全度評価

1) 健全度ランク

堆肥舎は、主にコンクリート及び鋼材からなるが、両者では劣化要因、劣化の速度、劣化の許容、耐用年数などが異なることから個別に健全度のランク付けを行う。

2) 健全度評価

コンクリート構造物（擁壁・土間）、鋼材（塗装）及び排汁漏洩（目地部等）について「個別のチェックシート」を作成し、劣化の進行具合（健全度）を5段階（S-1更新、S-2補強、S-3補修、S-4要観察、S-5対策不要）で評価した。

6. 性能低下予測

最適な保全対策の実施時期を決定するために、劣化曲線を作成して今後の性能低下を予測した。

1) 健全度S-3に達するまでの経過年数（直線回帰式により相関の検証）

コンクリートでは、施設全体及び劣化要因別（内部・外部要因）、鋼材（塗装）は施設全体として、経過年数と健全度指標について直線回帰式により相関（決定係数 R^2 ）を求め、相関の高い推定式から健全度S-3に達するまでの標準的な経過年数を予測した。

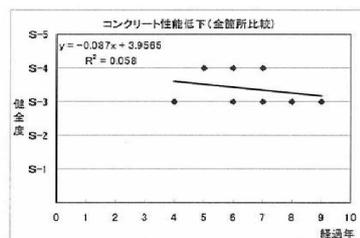
① コンクリート

7) 施設全体 決定係数0.058 (0に近い) → 相関が低い。

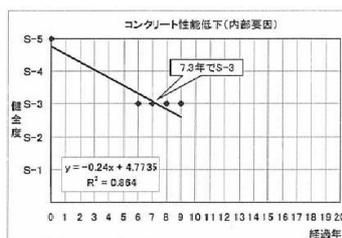
1) 劣化要因別

a) 内部 決定係数0.86 (1に近い) → 相関が高いことから、劣化要因別を

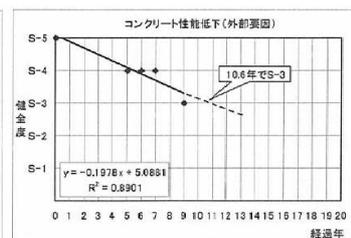
b) 外部 決定係数0.89 (1に近い) 採用する。



[図-6] 施設全体



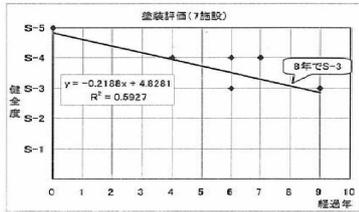
[図-7] 内部要因



[図-8] 外部要因

[参考] 決定係数 (R^2 : 相関係数の2乗) とは … 回帰式で表される確立。一般的には、0.5~0.8なら回帰式が成立する可能性がありそうで、0.8以上であれば成立する可能性がかなり高いことを示す。

②鋼材 (塗装) 決定係数0.600 (1にやや近い) → やや高い相関が得られた。



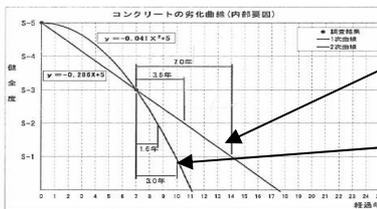
[図-9] 塗装 (新仕様や再塗装の3施設を除く7施設)

2)健全度S-1, S-2に達するまでの経過年数

健全度がS-3の施設を対象に、健全度S-2やS-1に達するまでの経過年数の予測を、1次と2次の近似式で検証した。

①コンクリート (内部・外部要因)

ア)コンクリートの内部要因 (壁のひび割れ)



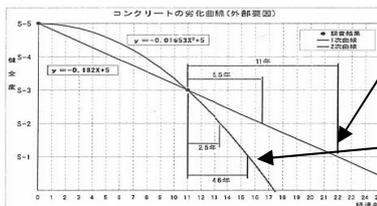
◎ 1次式S-3~S-2 3.5年、S-3~S-1 7年

2次式S-3~S-2 1.6年、S-3~S-1 3年

[図-10] 内部要因

2次式では、更新が必要となるS-1 (更新) まで劣化するのが3年後となったが、現在の施設の状況からは想定できないことから、劣化の予測は1次の近似式から推定する。

イ)コンクリートの外部要因 (目地の開き, 床のひび割れ・不陸)



◎ 1次式S-3~S-2 5.5年、S-3~S-1 11年

2次式S-3~S-2 2.5年、S-3~S-1 4.6年

[図-11] 外部要因

内部要因と同様に1次式の近似式から推定する。

②鋼材 (塗装)

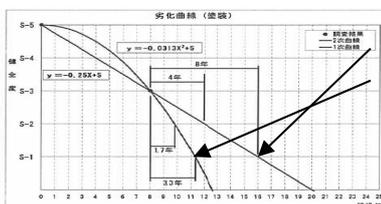
ア)鋼材の耐用年数

「耐久設計ガイドブック 11)」では、鋼材の耐用年数として以下が示されている。

- a)構造の物理的耐用年数 = 塗装の耐用年数 + 鋼材の板厚が10%減厚する年数
- b)外部露出鉄筋の腐食速度は、厳しい環境で約0.2mm/年

本調査の塗膜劣化が大きかった柱脚部 (四角柱口300×300×9) において、年0.2mmの腐食速度で、板厚9mmの10%が腐食するのに要する期間は4.5年である。

イ)1次・2次近似式の検証



◎ 1次式S-3~S-2 4年、S-3~S-1 8年

2次式S-3~S-2 1.7年、S-3~S-1 3.3年

[図-12] 鋼材 (塗装)

S-3からS-2に至るまでの期間は、1次式で4年、2次式で1.7年となり、前出の耐用年数4.5年に近かった1次の近似式で推定する。

③ 劣化曲線について

通常は、経過年とともに劣化速度が速くなる2次曲線で今後の劣化を推測する手法が多く採用されている。しかし、サンプルが施設完成年のS-5と今回の調査結果の2点と数が少ないこともあり、2次曲線式で劣化を推定すると数年でS-1となることから、1次式で劣化の予測を行った。

3)性能低下予測一覧

施設の各部位ごとの性能劣化予測の一覧を整理した。

表-2 性能劣化予測一覧

	S-4	S-3	S-2	S-1
① 壁（内部要因）	4年	7年	11年	14年
② 地・土間（外部要因）	6年	11年	17年	22年
③ 材（塗装）	4年	8年	12年	16年

7. 対策工法の概算工事費算定

主要な劣化である擁壁のひび割れ、土間のひび割れ、鋼材類の塗装劣化・腐食の現状について調査施設をサンプルとし、S-3～S-1段階で想定される対策工法を選定し概算工事費用を算定した。

1)ひび割れ

ひび割れ幅が0.6mm以上であることから、マニュアル²⁾の適用条件より鉄筋の腐食状況にも対応できる充填工法を採用した。

評価	工法	想定される事象	対策工法	詳細	分類	直接工事費
S-3	①	ひび割れ W > 0.6mm	ひび割れ補修(充填工法)	長さ2m×6箇所=12m	補修	23千円/1式
S-2	②	鉄筋腐食、コンクリート剥離	はつり・断面修復(幅1.0m/箇所)、補強鉄筋設置	はつり・断面修復:幅1.0m×高さ2m×厚さ15cm×6箇所、産廃補強鉄筋(D13)1.0m×10本×6箇所	補強	302千円/1式
S-1		S-2が全体的、倒壊の可能性	更新		更新	

[表-3-1] 擁壁ひび割れ補修

評価	工法	想定される事象	対策	詳細	分類	直接工事費
S-3	③	ひび割れ W > 0.6mm	ひび割れ補修(充填工法)	全長 212m(現在の数量)	補修	407千円/1式
S-2	④	鉄筋腐食、コンクリート剥離	誘発目地施工、部分打換え、ひび割れ補修(充填工法)	目地の施工:L=121.6m(カッター+シーリング;32.6m×2、14.1m×4)、既設撤去、打換え(全体の3割程度):6.5m×7.0m×3箇所=136.5m ² (t=0.15m、D10@300)、目地棒+シーリング ひび割れ補修(打換えにより3割減と仮定):211.5×0.7=148m	補強	1,877千円/1式
S-1		S-2が全体的、土間としての機能喪失	更新		更新	

[表-3-2] 土間ひび割れ補修

2)鋼材腐食

S-2の補強では、現在（当時）の塗装仕様での塗り替えと、脚柱部鋼材の肉厚減少箇所にコンクリート巻立てを行う。

評価	工法	想定される事象	対策	詳細	分類	直接工事費
S-3	⑤	塗膜劣化、腐食	塗り替え		補修	1,481千円/1式
S-2	⑥	柱脚部鋼材の肉厚減少	塗り替え 堆肥舎前面の柱脚部コンクリート巻立て	現状の柱脚コンクリート柱(RC、φ400mm、H=1500mm)外周に厚さ100mmで鉄筋コンクリートをH=2500まで巻立てる。D13@200、柱脚にスタットボルト加工。(V=0.3×0.3×3.14×2.5-0.2×0.2×3.14×1.5=0.52m ³) 6箇所	補強	1,978千円/1式
S-1		倒壊の可能性	更新		更新	

[表-3-3] 鋼材類

8. 最適な保全対策時期の決定

施設としての総合的な保全対策と部位要因ごとの保全対策について、予防保全的なシナリオおよび事後保全的なシナリオで機能保全コストを比較し、最適な保全対策シナリオを決定する。

1) 設定条件

- ① 対策後の劣化は、堆肥舎の耐用年数の17年後に健全度がS-1になるものとする。
- ② 対象期間は、計画策定（調査）時2009年に堆肥舎の耐用年数17年間を加えた2026年（検討終了年）までとする。
- ③ 機能保全コストとは、対策工事費の合計から検討終了年（2026年）における残存価値を引いたものである。また、割引係数（Fpw）を乗じて原価換算した。

2) 施設（3グループ）としての総合的な保全対策

グループ1 … 擁壁（内部要因）、グループ2 … 目地・土間（外部要因）、グループ3 … 鋼材（塗装）

① シナリオの考え方

ア) シナリオ1（事後保全的）

各グループの1つが最初にS-2になった段階で、全面補強を行う事後保全的なシナリオ

イ) シナリオ2（事後保全的）

各グループがS-2になった段階で、グループごとに補強を行う事後保全的なシナリオ

ウ) シナリオ3（予防保全的）

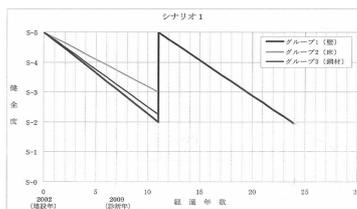
各グループがS-3になった段階で、グループごとに補修を行う予防保全的なシナリオ

② 結果

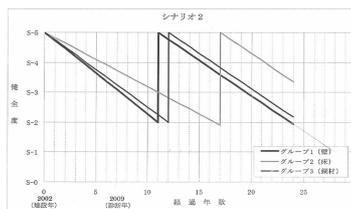
ア) シナリオ1は、グループ1・3が補強対策時にグループ2が補修対策となるが、補強又は補修が1回であったことから、コスト的に最も有利な対策となった。

イ) シナリオ2は、各グループの補強が1回。

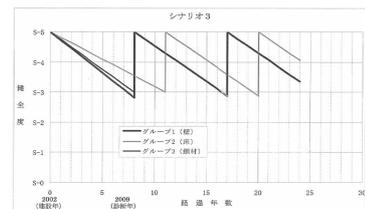
ウ) シナリオ3は、S-3段階で行う補修費用（塗装の塗り替え）がS-2段階の補強費用とあまり差がないことや、補修回数が2回となることからコストが最も高くなった。



【図-13】 シナリオ1

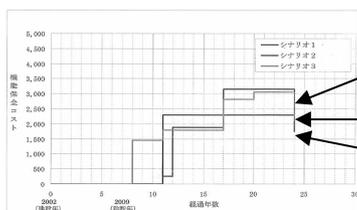


【図-14】 シナリオ2



【図-15】 シナリオ3

1) 機能保全コスト比較



【図-16】 総合的コスト比較

シナリオ3 2,103千円
シナリオ2 1,867千円
◎シナリオ1 1,756千円

3) 部位ごとの保全対策

① シナリオの考え方

ア)シナリオ1・2（事後保全的）

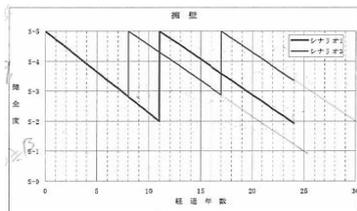
- ・グループではなく部位ごとによる比較のためシナリオ1・2は同一となる。
- ・部位がS-2になった段階で補強を行う事後保全的なシナリオ

イ)シナリオ3（予防保全的）

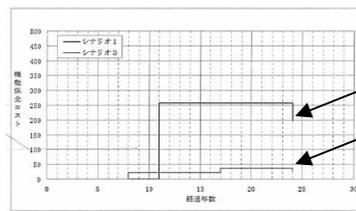
部位がS-3になった段階で補修を行う予防保全的なシナリオ

②結果

ア) 擁壁や目地・土間は、1回の補強にかかる費用が高額なため、S-3段階でこまめに補修を行う予防保全のシナリオ3が有利となった。

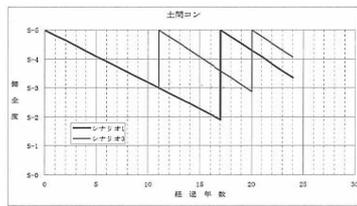


【図-17】 擁壁

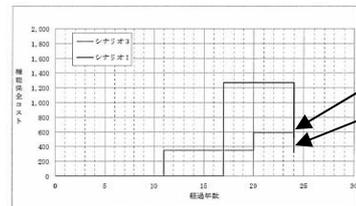


【図-18】 擁壁コスト比較

シナリオ1・2 197千円
◎ シナリオ3 28千円



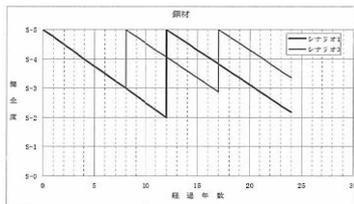
【図-19】 目地・土間



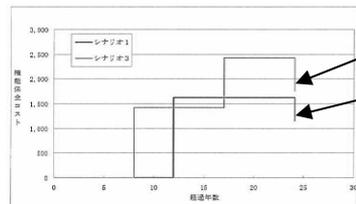
【図-20】 目地・土間コスト比較

シナリオ1・2 522千円
◎ シナリオ3 323千円

イ) 鋼材は、1回の補修（塗装の塗り替え）にかかる費用が高額なため、補修を2回行うシナリオ3はコスト的に不利となり、S-2段階で補強を1回行う事後保全のシナリオ1・2が有利となった。



【図-21】 鋼材（塗装）



【図-22】 鋼材（塗装）コスト比較

シナリオ3 1,752千円
◎ シナリオ1・2 1,148千円

9. おわりに

今回の検証を通して、コンクリート構造物では主に軟弱地盤区域での不等沈下等による擁壁のひび割れ、目地の開き、土間の不陸の発生、鋼材では飛来塩分の影響は受けているものの、それよりも堆肥からの発生物質による影響が大きいことなど劣化要因の推定ができた。また、不等沈下による土間の不陸などが堆肥舎の機能低下に大きく影響を及ぼしているものの、他の劣化要因については機能への影響が少ないことが分かった。

今回の調査で、最適なシナリオが予防保全型ではなく事後保全型となった理由として以下のことが考えられる。

- ① 築造後の経過年数が多くの施設で6年前後に集中していたことや、初回調査のため各施設1回の調査結果しかないことから、経過年数と劣化の関係の相関性が低かった。

② 対策後（S-5）の性能低下は、補修・補強工法を問わず、一律に堆肥舎の耐用年数の17年後に健全度S-1となる設定であった。

③ 鋼材については、補修（S-3）段階での塗装の塗り替え費用が高額で、補強（S-2）段階の費用と大差がなかった。

今後、定期的に現地における機能診断調査を実施してデータの蓄積を図り、劣化の進行状況から推定式を検証・補正することにより、より精度の高い将来予測が可能となる。

更に、長寿命化を可能にする使用資材（塗装等）の選定、品質向上の提案や対策工法の検討、資材の耐用年数を適切な設定とすることにより、対策後から健全度S-1となる期間が延長され、事後保全対策よりも予防保全対策が有利になると考える。

以上

【引用文献】

- 1) 5万分の1地質図幅（豊富，稚咲内，抜海，沼川） 北海道立地下資源調査所発行
- 2) 農業水利施設ストックマネジメントマニュアル（工種別編、開水路） 保全センター 平成19年3月
- 3) 草地開発整備事業における利用施設等構造指針 平成14年12月27日付け 農地第600号
- 4) 土木学会基準：JSCE・1986
- 5) コンクリート診断技術'06（社）日本コンクリート工学協会 2006年1月30日
- 6) 2007年制定コンクリート標準示方書（維持管理編） 平成20年6月（社）土木学会2007
- 7) 重防食塗料ガイドブック第3版（社）日本塗料工業会
- 8) 住宅紛糾処理の参考となるべき技術基準 国土交通省 平成12年建設省告示第1653号技術基準
- 9) 公共建築工事標準仕様書（建築工事編） 平成19年版（社）公共建築協会
- 10) 都市高速道路における道路橋の点検・補修マニュアル 2004年10月15日 阪神高速道路公団
- 11) 鉄骨造建築の耐久性設計ガイドブック 平成14年1月（社）日本鋼構造協会