

機能診断の視点2017

平成29年度 農業水利施設機能総合診断士講習会

東京農業大学非常勤講師
 鮫島信行
 2017.9.27

平成28年度記述問題の解説

下記に示す事業地区の概要と施設管理者からの聞き取り調査結果及び水路模式図をもとに、用水機場から幹線水路を対象に以下の事項について記述せよ。

- (1) 本地区の施設の構造及び水利用上の課題
- (2) 健全度評価と機能向上に向けた機能診断調査の留意事項
- (3) 施設の劣化・性能低下に対する対策工法及び水利用機能の向上対策

記述に当たっては、(1) について 400 字、(2) 及び (3) についてそれぞれ 800 字を目安に、全体で 2,000 字から 2,400 字以内でまとめること。

1. 問われていないことは回答しない。
 (1) では課題を問うているので、構造そのものについての記述は求めていない。問われていないことへの解答は採点対象としない。
2. 2,000字から2,400字以内とあるのは、原則は2,000字だが、字数超過しても消して書き直す必要がないようにという配慮。2,000字未満であっても、解答が的確であれば減点はしない。
3. 解答を犠牲にしない範囲で見出しを付すことはOK。

事業地区の概要から何を読み取るか

事業地区の概要

- ・前歴事業完了から約 35 年経過し、用水機場と水管理設備については、約 15 年前に施設整備を実施
- ・受益面積（前歴事業当初）：水田；約 4,300ha（東側 2,900ha、西側 1,400ha）
- ・地域：積雪寒冷地域

施設名称	施設構造・形式	備考
用水機場	渦巻きポンプ3台	約 15 年前にポンプ設備の施設整備を実施 ポンプ運転は台数制御
導水路	コンクリートフリーム	直接分水口なし
東西分水工	鉄筋コンクリート、背割り式	定比式分水(制水ゲートあり)
東幹線水路	コンクリートフリーム	開水路方式の支線水路への分水は、ゲート式
西幹線水路	・コンクリートフリーム ・パイプライン(PC管、口径： 1,500mm～1,800mm)	上流部開水路区間に落差工あり
水管理設備	主要分水工に TM あり	約 15 年前に施設更新を実施

- ・事業完了後35年経過→施設の構造劣化診断は不可欠
- ・受益面積→面積が広く、農業上の重要度が高い
- ・積雪寒冷地→凍害の検討を行う必要がある
- ・ポンプは15年前に施設整備→電気設備の劣化が懸念
- ・ポンプは台数制御→需要に合わせた制御は困難→末端で無効放水が発生する可能性→電気料金の増高
- ・東西分水工→需要の変化に合わせた分水制御が不可能→用水不足に合わせた供給を行うと別の幹線で余水が発生
- ・落差工→洗掘等の構造劣化の可能性、落差分のヘッドを利用した西幹線の水利計画変更により余地
- ・PC管φ1500mm以上→入坑調査が可能
- ・水管理施設の施設整備から15年が経過しており、TCの導入も含めた水管理システムの更新を検討する必要がある

管理者への聞き取り結果から何を読み取るか(その1)

施設管理者からの聞き取り調査結果

- ① 用水機場は、施設整備後問題なし。ただし、用水機場の運用上、電力料金の節減対策の要望がある。
- ② 東幹線水路の B～C 区間は、部分的に水平方向のひび割れを伴う激しい劣化がみられる。
- ③ 西幹線水路の下流部は、低平地で地盤は軟弱である。漏水事故が数年に1～2回発生し、最近その発生間隔が短くなる傾向がみられる。

- ① 用水機場は施設整備後**15年**を経過しており、現在問題がなくても診断は必要、電力料金の節減要望→過度の無効放流が生じている可能性
- ② ひび割れを伴う激しい劣化→**B～C区間**は水路が東西方向に位置しており、北面側壁が凍害を受けやすい
- ③ 漏水事故→軟弱地盤のためパイプラインの不同沈下の可能性があり、管内調査が必要

5

管理者への聞き取り結果から何を読み取るか(その2)

- ④ 東西分水工の形式は定比式であるが、西幹線水路受益者から用水が不足するという苦情があり、配水管理に苦慮している。
- ⑤ 東幹線水路は、分水位の確保及びゲート開度操作の調整に苦慮している。
- ⑥ 西幹線水路は、下流部パイプライン区間における支線水路のパイプライン化が進展し、用水需要量の変動が大きくなる傾向にある。

④については、⑥の需要変動があるにもかかわらず、ポンプの台数制御、定比分水である東西分水工の構造から、需要に追従した分水ができていないことが分かる。

東幹線については分水口ゲートの開度操作が難しく、上流で過剰取水が発生している可能性、下流側にチェックゲートを設けて水位調節を行う案も考えられるが、根本的な解決にはつながらないため、分水方法の改善が必要と考えられる。

6

事業地区平面図

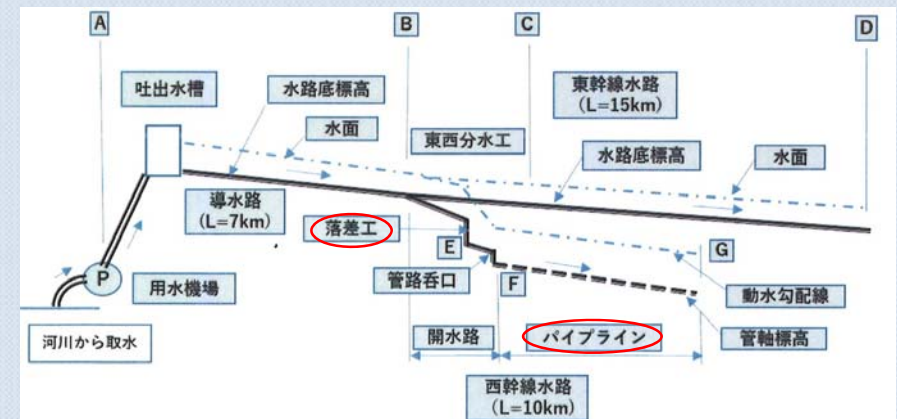


① B-C区間は水路が東西方向に位置しており、北側側壁は凍結融解により当該が発生する懸念がある。

② 西幹線のF地点では、需要>供給となった場合、パイプラインに空気が入る可能性があり、空気混入の発生、空気混入による問題の発生について調査する必要がある。

7

水理縦断模式図



西幹線下流のパイプラインは漏水事故が増加する傾向にあり、更生事業又は更新事業が必要と考えられる。この際、落差工のヘッドを利用すれば、パイプラインの口径を縮小して施工する鞘管工法が選択出来る可能性がある。

8

解答のポイント（その1）

（1）構造及び水利用上の課題

構造

- 35年が経過した国営規模の地区で寒冷地にある
- 機場、水管理設備は施設整備から15年が経過
- B-C区間に激しい劣化が見られること
- 西幹線下流で漏水事故が増加傾向

水利用

- 用水機場の電力料の節減についての要望がある
- 東西分水工は定比分水構造で分水制御が出来ない
- 西幹線で用水不足が生じていること
- 東幹線で分水位の確保に苦慮していること

9

解答のポイント（その2）

（2）機能診断調査の留意事項

健全度評価

- 鉄筋コンクリート構造物の劣化診断
- ポンプ（電気設備を含む）の劣化診断
- 水管理設備（観測機器を含む）の劣化診断
- B-C区間では凍害の可能性についての精密診断
- パイプラインの管内調査及び空気混入の確認

機能向上

- ポンプの運転記録及び電気料金負担状況の調査
- 無効放流量についての調査
- 東西分水工での東西幹線への分水量調査
- 西幹線受益地の営農調査及び取水量調査
- 東幹線分水口の取水量調査

10

解答のポイント（その3）

（3）劣化・性能低下対策及び水利用機能向上対策

劣化・性能低下

- 開水路、分水工の長寿命化（リスクの大小で濃淡）
- 機場設備の点検整備及び水管理設備の更新
- B-C区間については打継を含めた補修工事
- パイプラインの更生（止水バンドの設置等）
部分的補修では対処が困難な場合は、落差工のヘッド
を利用した鞘管工法による改修も視野に入れる

水利用機能向上

- ポンプの回転数制御の導入
- 東西分水工の分水制御機能の負荷（TCの導入を含む）
- 東幹線へのチェックゲートの導入
- 東幹線・西幹線分水設備の改善

11

機能診断のポイント

12

(1) 共通事項

- 管理者の抱える問題を的確に把握
費用負担、労力負担、事故、苦情等
- 周辺環境条件の変化に留意
都市化：排水の増加、荷重の増加、ごみ投棄
地盤沈下：不同沈下、溢水、漏水、損傷
- リスク（農業面、社会面）に応じた診断
➡ 重要度に応じ効率的な診断を実施
- 水理・水利診断は問題の発生時期に実施
- 対策では経過観察も選択肢
- 末端施設、小規模施設では更新も選択肢

13

(2) 開水路の構造機能診断

- 目視、打診が基本、精密診断は限定
- 中性化試験ではコアビット法の活用を
(農村振興技術連盟誌2017年8月号参照)

(3) パイプラインの構造機能診断

- 管内調査は事故歴やリスクに応じて重点的に
- 漏水事故発生区間では水張試験で漏水を確認
- 破裂事故多発の場合には水撃圧を確認
- 可撓性管の許容たわみ率（5%）の確認
- 鋼管は構造物貫通部での電食に留意
- 付帯施設（空気弁、通気孔、排泥工）の機能確認

14

(4) 開水路の水理機能診断

- 溢水→地盤沈下、用排兼用水路では排水量の増大を調査→側壁の打ち増し、降雨時の用水遮断、水路の暗渠化（上部を排水路利用）等
- 堆砂等による通水障害→沈砂池、除塵機の設置

(5) パイプラインの水理機能診断

- 水撃圧→バルブ開閉速度の調整、副弁の設置等
- 空気混入→呑口シール高の確保、越流式スタンド下流空気連行阻止、空気弁の機能回復、通気孔の新設等
- 管内堆砂→排泥工による堆砂除去、沈砂池の設置等

15

(6) 水利機能診断（共通）

- 余水、無効放流量
→ 調整容量の付加、水管理精度の向上
- 水位計、流量計の誤差
→ キャリブレーションの実施、機器の更新
- 過剰取水
→ 定流量弁の設置、水管理の精度の向上
- 分水地点水位不足（開水路）
→ チェックゲートの設置
- 分水地点の圧力不足（管水路）
→ 低位部での過剰取水阻止、管内通水障害の除去

16

(7) 健全度評価と対策

① 原則：S-4・・・継続監視

S-3・・・予防保全・補修

S-2・・・補強

S-1・・・更新

➡ 重要度、リスクに応じた対策が必要

② 重要度・リスク度が**高い**場合

ex. S-3～4が維持できるよう**予防保全**

③ 重要度・リスク度が**低い**場合

ex. S-1 (**事後保全**)での更新も選択肢

17

(8) 劣化予測

① 数値で検証できるものに限定

ex.1：電子機器の絶縁抵抗値、積算温度

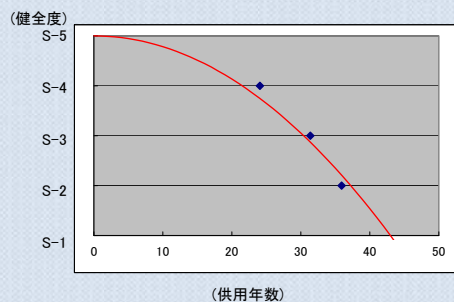
ex.2：摩耗深度、ひび割れ幅

ex.3：パイプライン事故の発生率

② **標準劣化曲線を用いた劣化予測は行わない**

(鉄筋コンクリート水路の劣化データを用いて導き出したグラフであり、マクロな議論には使用できても個々のケースには適用できない。27年度版に推定式なし)

18



鉄筋コンクリート開水路の
診断結果から導かれた
標準劣化曲線

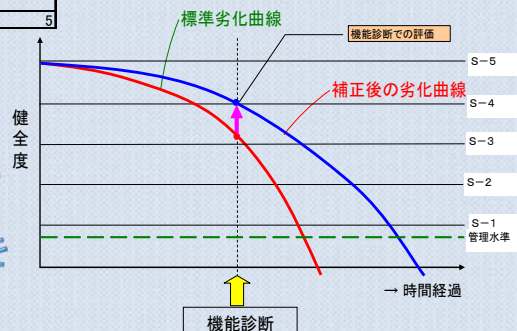
19年度版手引きP59

パイプラインその他の
施設には適用しない

劣化曲線の補正の概念

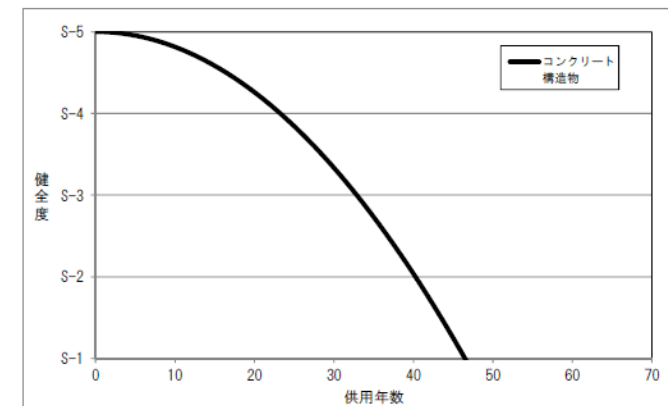
27年度版手引きP24

- ・変状(初期欠陥、劣化、損傷)を同列化しない
- ・定性的な健全度指標を数値として扱わない



19

数年延びた標準劣化曲線、消えた回帰式

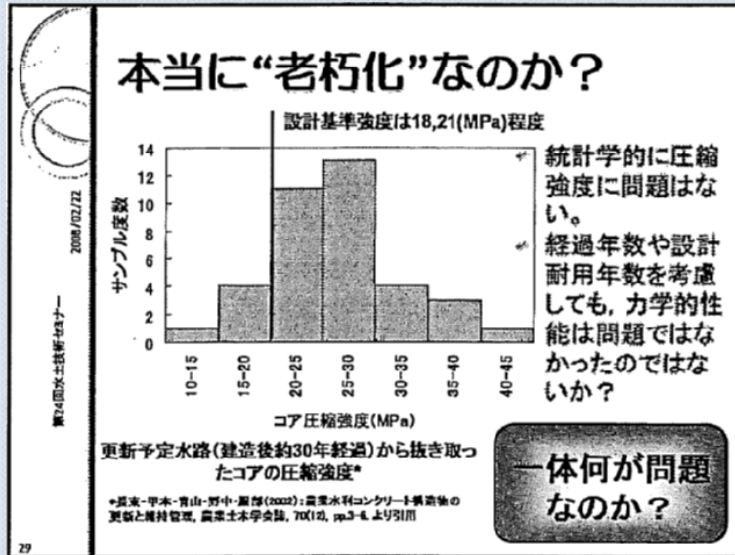


【図3-8 農業水利施設における標準的な劣化曲線(コンクリート構造物)】

平成27年度版手引き p65

20

標準劣化式では説明できない事実 (その1)



21

標準劣化式では説明できない事実 (その2)

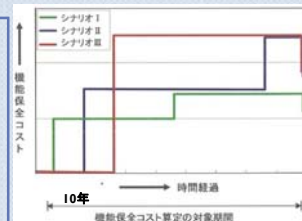


22

(9) 保全計画

- ① 原則
複数のシナリオからLCCの最小化を図れるシナリオを選択するのが原則だが、
- ② 重要度、リスク度に応じた保全計画の提案
社会的割引率を用いたLCCの計算結果は、非現実的な結果となる場合がある

右のコスト比較で、シナリオIとIIIの始期に10年の差があるとした場合、シナリオIの初期コスト=投資額だが、シナリオIIIの初期コストは投資額×0.67556となる。(テキスト① III-81 表3-14の割引係数引用)
この計算によれば、対策を先延ばしにすればするほどコストが安くなるが、ゼロ金利時代に4%の割引率を適用することは現実離れしているのではないか。



- ③ 仮設を伴う保全対策
同期化によるコストダウンが重要

23

(10) 維持管理

- ① スtockマネジメント…日常点検が最重要
施設監視が必要な箇所は管理者に確実に引き継ぐ
- ② 重要度の高い施設機械…予防保全が原則
S-3~4 を管理水準に
TBMが無理なら、せめてCBMを

24