

以下の論文は、ChatGPT をカスタマイズした「技術士二次試験三上塾 AI 論文作成ツール」

<https://suninfo.co.jp/g2gpt/>

が作成した「概要論文」なので、一般的な合格論文と異なります。

勉強の進め方としては、以下の資料を元に論文の方向性を掴みつつ、概要表や出典などを参考に以下の概要論文を修正すると短時間で効率的な勉強ができます。以下の出典の URL をクリックしてもサイトが表示されない場合は、出典名をネット検索してください。

以下の論文では、観点と課題を章の最初に書いていますが、課題などを最後に書きたい場合は、テンプレート（プロンプト）を変更すれば最後に書くことが可能です。

設問は以下のサイトをご覧ください。

https://www.engineer.or.jp/c_categories/index02022.html

=====

以下では、**想定する地中埋設管を「大口径の下水道管路」**と設定します。令和8年度の選択科目Ⅲは、600字×3枚で「選択科目についての問題解決能力及び課題遂行能力」を評価する問題であり、機構ダイナミクス・制御では、機械力学、制御工学、メカトロニクス、ロボット工学、計測機器等が選択科目の内容に含まれます。

また、マニュアルでは、選択科目Ⅲについて「現状・問題→観点・技術課題→解決策→波及効果→懸念事項への対応策」の論理的なつながりを骨子表で確認し、**自分の選択科目の専門性を答案に明確に出すことが重視されています。**

1. 設問のテーマの社会目的

本問の社会目的は、

老朽化する地中埋設管の異常・損傷を早期かつ的確に把握し、道路陥没や管路機能停止等の重大事故を未然に防止するとともに、限られた人員・予算の中で持続可能な維持管理を実現し、産業活動及び市民生活を支える社会基盤の安全性・信頼性を確保すること

です。

特に下水道を想定すると、この背景は非常に明確です。国土交通省によれば、令和6年度末の下水道管路は全国約50万kmで、標準耐用年数50年を超えた管路は約4万kmですが、20年後には約23万kmまで増加する見込みです。（[国土交通省](#)）

さらに令和 8 年 2 月末時点の全国特別重点調査では、調査対象 5,332km のうち、対策が必要な管路が 748km、地盤中の空洞が 96 箇所確認されています。したがって本問は、単なる「点検ロボットの説明問題」ではなく、**老朽管路をどう効率的・高度に維持管理するか**という社会課題を、機構ダイナミクス・制御技術で解決する問題と捉えるのがよいでしょう。[\(国土交通省\)](#)

2. 出題者の意図

出題者が見たいのは、下水道そのものの専門知識というより、

「建設・上下水道分野のプロジェクトに機械部門の専門技術者として参加したとき、機構ダイナミクス・制御の専門性をどう発揮できるか」

です。

令和 8 年度の試験案内でも、選択科目Ⅲは、社会・技術上の複合的問題を把握し、多様な視点から分析して、問題解決のための課題とその遂行を論理的・合理的に説明する能力を問うものとされています。

したがって、

下水道の問題 → 下水道技術で解決

では弱く、

下水道の問題 → 計測・センシング、移動ロボット、制御、診断・予知保全等の「機構ダイナミクス・制御」で解決

という答案にする必要があります。

3. 重要な箇所と注意すべき箇所

特に重要なのは次の 5 点です。

設問の言葉	読み取るべき要求
「地中埋設管を 1 つ設定」	冒頭で対象を固定する
「多面的な観点」	異なる 3 観点から課題を抽出する
「機構ダイナミクス・制御分野に関わる」	下水道一般論ではなく機械系専門技術を書く
「最も重要とした理由」	3 課題から 1 つを選ぶ論理を明示する

設問の言葉	読み取るべき要求
「専門技術を踏まえた懸念事項」	単なるコスト・人手不足ではなく、導入技術そのものから生じる懸念を書く

特に注意したいのが「課題」です。

マニュアルの考え方に従えば、

- ×「熟練技術者が不足している」
- ×「点検が困難である」

は単なる問題・現象です。

例えば、

- 「非破壊センシングによる異常検知の高度化」
- 「自律走行点検ロボットによる点検の高度化」

のように、問題を解決するために何を推進・高度化するのかを課題として表現します。

また観点についても「人・物・金」のような短すぎる表現ではなく、何を分析した観点なのか分かる表現にします。マニュアルでも、観点は短すぎても長すぎても分かりにくいとされています。

4. 論文作成上のポイント

本問では、答案全体を一つのストーリーにします。

老朽化進行

- 従来の目視中心では内部・外部異常を十分捉えにくい
- センシング高度化が最重要
- マルチモーダル計測＋ロボット＋状態監視
- 予防保全・道路陥没防止
- ただし誤検知・見逃しという自動診断依存のリスク
- センサフュージョン、冗長化、人による最終判定

という流れです。

さらに、解決策3つをバラバラにしないことが重要です。

①測る → ②運ぶ → ③判断する

という構成にすると機械部門らしい論理になります。

5. 不合格者と合格者の思考の違い

項目	不合格になりやすい思考	合格答案につながる思考
対象管	「地中埋設管全般」で書く	大口径下水道管路に固定
問題	老朽化している	老朽化による腐食・亀裂・変形・空洞化
課題	人手不足、予算不足	異常検知、自律点検、状態監視の高度化
観点	人・物・金	検出性能、点検アクセス、維持管理最適化
専門性	下水道の説明が中心	センサ、ロボット、制御、振動、診断
解決策	AI、DX、ドローン	何を計測し、どう制御し、どう判定するかを書く
最重要理由	「重要だから」	重大事故防止と後続判断の基礎データだから
波及効果	コスト削減	予防保全、陥没防止、LCC 低減
懸念事項	費用が高い	誤検知・見逃し、センサ劣化、通信途絶
対応策	教育する	冗長化、センサフュージョン、フェールセーフ

6. 概要表

マニュアルが示す「現状・問題→観点・技術課題→解決策→波及効果→懸念事項への対応策」の骨子構成に合わせます。

項目	内容
設問の概要（現状・問題）	下水道管路の老朽化が急速に進行している。腐食、亀裂、継手ずれ、変形等により管周辺土砂が流入すると空洞が形成され、道路陥没等の重大事故につながる。一方、長大な地中管路を人による目視だけで網羅的・高頻度に点検することは困難である。
想定する地中埋設管	都市部に敷設された大口径下水道管路
技術課題①	タイトル：管路異常検知の高度化／観点：微小な異常を早期に検出する観点／非破壊センシングによる管路異常検知の高度化が課題。腐食、亀裂、変形、継手ずれ、背面空洞等は位置・形態が多様であり、単一のテレビカメラでは定量把握に限界がある。
技術課題②	タイトル：点検ロボットの走破・自律化／観点：人が容易に立ち入れない管内を安全かつ効率的に点検する観点／自律走行点検ロボットによる点検の高度化が課題。堆積物、段差、曲管、流水等によって走行が不安定となり、長距離連続点検が難しい。

項目	内容
技術課題 ③	タイトル：状態基準保全への転換／観点：限られた維持管理資源で事故リスクを低減する観点／状態監視に基づく予知保全の高度化が課題。膨大な管路を一律周期で点検する方法では、劣化速度や事故影響度の違いを十分反映できない。
最重要課題	非破壊センシングによる管路異常検知の高度化
理由	劣化を正確かつ早期に把握することが、補修要否、点検頻度、更新優先順位等の全ての維持管理判断の出発点であり、見逃しは道路陥没等の重大事故へ直結するため。
解決策①	マルチモーダルセンシング。高精細カメラ、レーザスキャナ、IMU、超音波等を組み合わせ、画像・形状・位置・材料内部の情報をセンサフュージョンして異常を定量化する。
解決策②	自律走行点検ロボット。クローラ機構、姿勢センサ、エンコーダ、SLAM、フィードバック制御を用いて段差・曲管等に対応し、長距離連続計測を行う。
解決策③	状態監視・予知保全システム。時系列計測データから劣化傾向を分析し、異常度・劣化速度・事故影響度からリスクベースで点検・補修優先順位を決定する。
波及効果	異常の早期発見による道路陥没・漏水等の防止、点検省人化、予防保全への転換、LCC 低減、維持管理情報のデジタル化・標準化。
懸念事項	自動診断への依存により、センサの汚損・ドリフト、通信不良、AI 学習データ不足等による誤検知・見逃しが発生し、本来補修すべき損傷を正常と判定する可能性。
対応策	異種センサによる冗長計測とセンサフュージョン、自己診断機能・定期校正、異常時のフェールセーフ化を行う。AI 判定だけで補修要否を決定せず、高リスク箇所は技術者による再点検・最終判定を実施する。

国土交通省も、下水道ストックマネジメントについて、維持管理情報のデータベース化、点検・調査、修繕・改築を一連のマネジメントサイクルとして実施する方向を示しています。（[国土交通省](#)）

参考出典

1. 国土交通省「下水道の維持管理」
[国土交通省「下水道の維持管理」](#)
2. 国土交通省「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（管路施設編）-2020 年版-」
[国土交通省 ガイドライン掲載ページ](#)

3. 国土交通省「下水道管路の全国特別重点調査の結果を公表します～下水道管路に起因する道路陥没事故の未然防止に向けて～」
[国土交通省 全国特別重点調査結果](#)
 4. 国土交通省「下水道管路メンテナンス年報」
[国土交通省「下水道管路メンテナンス年報」](#)
 5. 国土交通省「下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策検討委員会」
[国土交通省 対策検討委員会](#)
 6. 国土交通省「下水道管路マネジメントのための技術基準等検討会」
[国土交通省 技術基準等検討会](#)
 7. 公益社団法人日本下水道協会「下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）」
[日本下水道協会 刊行物一覧](#)
-

7. 約 1800 字の論文

以下は、ご指定の章立てをそのまま使い、かつ「機構ダイナミクス・制御」の専門技術が答案から見えるように構成した答案例です。マニュアルが重視する、設問の言葉を答案に対応させる構成と、選択科目の専門性を明確にする考え方を反映しています。

0. 想定する地中埋設管

都市部に敷設された大口径下水道管路を想定する。

1. 多面的な観点からの技術課題の抽出

1) 管路異常検知の高度化

微小な異常を早期に検出する観点で考えれば、非破壊センシングによる管路異常検知の高度化が課題である。具体的には、老朽管では腐食、亀裂、継手ずれ、変形等が進行し、管周辺への土砂流出によって空洞が形成され、道路陥没に至るおそれがある。しかし、従来のテレビカメラによる目視調査では、管内部の表面状態は確認できても、微小変形や管背面の空洞等を定量的に把握することが難しい。このため、画像、形状、位置等を複合的に計測して異常を早期検出する必要がある。

2) 点検ロボットの走破・自律化

人が容易に立ち入れない管内を安全かつ効率的に点検する観点で考えれば、自律走行点検ロボットによる点検の高度化が課題である。具体的には、下水道管内には流水、堆積物、段差、曲管等が存在し、走行条件が一定でない。このため、遠隔操作だけでは長距離の連続点検が難しく、走行不能や位置情報の喪失も生じ得る。そこで、管内環境に適応して安定走行できる機構・制御技術が必要となる。

3) 状態基準保全への転換

限られた維持管理資源で事故リスクを低減する観点で考えれば、状態監視に基づく予知保全の高度化が課題である。具体的には、膨大な管路を一律の周期で点検する時間基準保全では、管路ごとの劣化速度や事故影響度の差を十分反映できない。このため、継続的な計測データから劣化状態を推定し、点検・補修の優先順位を決定する必要がある。

2. 抽出した技術課題のうち最も重要と考える技術課題と解決策

私は「非破壊センシングによる管路異常検知の高度化」が最も重要な課題と考える。理由は、異常の正確な把握が補修要否、点検頻度及び更新優先順位を決定する全ての維持管理判断の出発点であり、異常の見逃しは道路陥没等の重大事故に直結するからである。

1) マルチモーダルセンシング

複数の計測原理を組み合わせた異常検知が重要である。具体的には、高精細カメラによる画像計測に加え、レーザスキャナによる管内面の三次元形状計測、IMUによる姿勢・位置推定、超音波等による非破壊計測を行う。さらにセンサフュージョンにより各データを統合し、腐食、亀裂、変形等の位置と程度を定量化する。

2) 自律走行点検ロボットの導入

安定した連続計測を行う自律走行技術が重要である。具体的には、クローラ機構によって段差や堆積物への走破性を確保するとともに、エンコーダ、IMU等を用いたフィードバック制御により姿勢と速度を安定化する。また、SLAMを活用して自己位置を推定し、異常箇所と管路位置情報を対応付ける。通信途絶時には安全停止又は自動帰還するフェールセーフ機能も設ける。

3) 状態監視による予知保全

計測データを維持管理判断に活用する状態基準保全が重要である。具体的には、定期点検で取得した三次元形状、画像、腐食量等を時系列データとして蓄積し、劣化速度を推定する。さらに異常度、劣化進行速度及び事故発生時の影響度を組み合わせたリスク評価を行い、点検、補修、更新の優先順位を決定する。

3. 解決策を実行して生じる波及効果と懸念事項への対応策

1) 波及効果

予防保全型の管路マネジメントへ転換できる効果がある。具体的には、異常の早期発見により道路陥没や管路機能停止を未然に防止できる。また、ロボットによる点検の省人化と状態基準保全による補修時期の最適化により、維持管理の生産性向上とライフサイクルコスト低減にも波及する。

2) 懸念事項

懸念事項としては、自動診断への過度な依存による異常の見逃しがある。具体的には、管内の汚れによるセンサ性能低下、センサのドリフト、通信不良、AI の学習データ不足等によって誤判定し、重大な損傷を正常と判断する可能性がある。

3) 対応策

対応策としては、計測・診断システムの冗長化と人による最終確認がある。具体的には、異なる計測原理を持つ複数センサによる冗長計測とセンサフュージョンを行い、自己診断及び定期校正によって計測信頼性を確保する。また、AI の判定のみで補修要否を決定せず、高リスクと判定された箇所や判定信頼度の低い箇所は専門技術者が再点検し、最終判断する。これにより新技術を活用しつつ安全側の維持管理を実現する。

この答案で特に重要なのは、「センシング」「ロボット」「制御」「状態監視」の4本柱によって、答案を上下水道部門ではなく機械部門・機構ダイナミクス・制御の答案にしている点です。単に「AI・IoTを活用する」と書くより、レーザスキャナ、IMU、SLAM、フィードバック制御、センサフュージョン、フェールセーフなど、選択科目に直結する専門用語を「何のために使うのか」まで説明する方が評価につながりやすい構成です。

以上