



# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目      枚中	専門とする事項：

製造・施工・維持管理の各段階で明確に設定され、出荷時強度や出来形、劣化指標が段階別に管理されている。これより、温度履歴や締固めエネルギー、実行水結合材比などの情報が統合されず、自動制御の最適化が図れない⑤。そのため、材料条件や施工、劣化進行の関係を横断的に管理し、トレーサビリティを確保する必要がある⑥。よって、仕組み面の観点から、工程横断データの活用が課題である⑦。

- ⑤ 責任分解点の説明が、「自動制御の最適化が図れない」という“問題の原因”になっていません。前段は「責任分解点」「段階別管理」の話なのに、突然「自動制御」が出てくるので、一見して無関係に見え、文脈が通っていません。また、“温度履歴・締固めエネルギー・実行水結合材比が統合されない”の理由が書かれていません。“統合されない”という結果だけ述べて、原因が不明です。
- ⑥ なぜ段階別管理だと自動制御ができないのか、なぜ工程横断データが必要なのか、が説明されていません。“材料条件・施工・劣化進行の関係を横断的に管理”が抽象的すぎます。ID で紐づける、BIM/CIM で統合、センサーで連携など具体例を少しでも示すと説得力が高まります。
- ⑦ 横断的管理が必要→横断データの活用では、同義反復です。要旨を踏まえると、本来書くべき課題は、工程間で分断されたデータ構造の統合、製造・施工・維持管理を貫くデータ連携基盤の整備といったあたりでしょうか。このような課題設定であれば、背景の修正は必要になりますが、自動制御との因果関係も分かりやすくなると思います。

( 3 ) 費用対効果手法の確立

自動打設ロボットや自動制御装置等の施工自動化設備は高額である。一方、ジャンカや温度ひび割れ等の品質不良は、配筋条件や打設方法、外気温など複数の要因に影響され、現場条件も一様ではない⑧。そのた

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目      枚中	専門とする事項：

~~め、設備投資額と不良率の関係が定量化されていない~~  
~~⑨。これより、設備仕様と不良率との相関を分析する~~  
~~必要がある。よって、経済性の観点から、投資額と不~~  
~~良率を結びつけた費用対効果手法の確立が課題⑨であ~~  
~~る。~~

- ⑧ 現場条件が一樣でないのは当然であり、それがなぜ費用対効果の算定を困難にするのかが説明されていません。本来書くべきなのは、自動化設備の効果が現場条件に依存して変動する→そのため一般化された費用対効果モデルが構築できないという因果関係ではありませんか。
- ⑨ 高額であることや現場条件が一樣でないことが理由で、関係が定量化されていないわけではありません。加えて、「設備が高額」と「不良率が複雑」が並列で語られており、因果が成立していません。そもそも、投資額と不良率の関係は、技術的にも経済的にも不自然です。
- ⑨ 設備投資の費用対効果は、労務費削減、工期短縮、安全性向上、品質の安定化（不良率低減）など複数の効果で評価されます。しかし提示文は「不良率だけ」に着目しており、費用対効果の本質を外しています。また、費用対効果の確率という手段が自動制御の普及にあるのであれば、本質的な普及阻害要因は、初期投資が大きく、中小企業が導入できない、現場規模が小さく、投資回収が困難、自動化設備を使いこなす人材が不足、現場条件が多様で、設備の汎用性が低い、レンタル・シェアリングの仕組みが未整備など、普及しない理由は「経済性と組織能力の問題」であり、「不良率が複雑だから普及しない」という論理は成立しません。さらに、最大の問題は、この課題は**オートメーション化を普及させるための課題**であり、設問が求めている「あらゆる生産プロセスのオートメーション化に取り組むうえでの技術課題」とズレています。加えて、「費用対効果手法の確立」は“技術課題”ではなく“経営課題”に見えます。選択科目Ⅲという視点では、専門性に欠けています。

2 . 最も重要な課題

~~オートメーション化には、数値指標の管理が不可欠~~



# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目      枚中	専門とする事項：

⑬ スランプ・空気量・単位水量、降伏応力・塑性粘度、打込み速度・振動数・加速度、これらを「因果関係として整理する」と書いていますが、どれが原因でどれが結果なのかが不明です。本来は、レオロジー特性 → 流動性 → 充填性、打込み速度 → セン断速度 → レオロジー変化、振動数 → 締固めエネルギー → 空隙率低減など、物理モデルに基づく因果の方向性 が必要です。単に「並べただけ」で、因果になっていません。また、設問の前提は「施工プロセスの定量化 → 自動制御の実現」です。しかし、記述内容は変動要因を抽出する、因果関係を整理するだけで終わっており、なぜ自動制御に必要なのか、どの制御モデルに使うのか、どのパラメータが制御入力になるのかが一切書かれていません。

2 ) センサ一の適正配置  
 部材全体で信頼性の高い施工データを取得するため、  
 部材断面や配筋密度、締固め影響範囲<sup>⑭</sup>を考慮し、計  
 測位置と数量を設計する。具体的には、壁部材では、  
 下部充填不足を想定し、加速度計を重点配置する<sup>⑮</sup>。  
 マスコンクリートでは、中心部と表面近傍に温度セン  
 サーを配置し、最高温度及び温度勾配を把握する<sup>⑯</sup>。

⑭ 「部材断面・配筋密度・締固め影響範囲」の扱いが曖昧です。これらはセンサー配置の重要要素ですが、これでは単に列挙されているだけで、どのように影響するのか、どのように配置設計に反映するのが説明されていません。説明不足です。

⑮ 「下部だけに重点配置」は不十分で、配筋密度や打設方向に応じた配置設計が必要ではないでしょうか。また、加速度計の用途が不明（何を測るのか不明）です。充填不足と計測値との関係性を説明しましょう。

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目      枚中	専門とする事項：

⑬ マスコンでは確かに中心部と表面近傍が重要ですが、自動化の文脈では、温度履歴のリアルタイム予測、養生自動化（断熱材・散水制御）、早期強度推定などの制御の目的が必要です。この内容では単なる「温度測定的一般論」であり、自動化の解決策になっているように見えません。そもそもマスコンの例示は、温度なので「部材断面や配筋密度、締固め影響範囲を考慮」という内容から外れていませんか。

⑭も含めてですが、これも前述の課題と同様、この内容は、温度センサーを置く、加速度計を置くという単なる計測の話に終始しており、どの制御モデルに使うのか、どのプロセスを自動化するのか、どのパラメータが制御入力になるのかが一切書かれていません。施工プロセスの定量化が課題ではあるものの、自動化にどう関係するのかも欲しいところです。

3) データの標準化

施工条件の違いを超えて比較可能な定量指標を確立する⑮ために、計測単位や時間軸を統一⑯し、工程横断的な評価指標へ変換する。例えば、締固め作業では、振動加速度と作用時間を積算し、締固めエネルギー指数を算出する⑰。この指数を用いて、充填率との相関から、最小必要エネルギーを設定⑱する。

⑮ 何を比較したいのか、どの工程間で比較したいのか、どの品質特性を評価したいのかが一切書かれていません。比較対象が不明なまま「標準化」と言われても説得力がありません。

⑯ 「計測単位や時間軸を統一」だけでは標準化にならないと思います。標準化とは本来、計測方法、センサー仕様、データ形式、サンプリング周期、評価指標の定義などを統一することです。単位と時間軸」だけで、標準化の本質（計測方法の統一）が抜け落ちていると考えます。

⑰ 工程横断とは、製造（プラント）、運搬、打込み、締固め、養生などを貫く指標のことではありませんか。例示ではあるものの、「締固めエネルギー指数」だけであり、工程横断ではなく“締固め工程の指標”に限定されており、工程横断の例示と言えるか疑義があります。

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目      枚中	専門とする事項：

⑳ 最終結論は「最小必要エネルギーを設定する」としていますが、これまた自動制御との関係性が不明確です。加えて、「施工条件の違いを超えて比較可能な定量指標を確立する」と言っていたのに、最後は「締固めエネルギー指数を算出する」とやることと例示が一致していないように見えます。

4 ) AI によるモデル化  
 多変量かつ非線形な施工条件と品質結果の関係を予測するため、施工条件や材料特性、温度履歴を学習させた予測モデルを構築する<sup>㉑</sup>。例えば、スランプや塑性粘土<sup>㉒</sup>、振動条件を入力しジャンカ発生確率や充填率を出力するモデルを構築する<sup>㉓</sup>。

㉑ もう目的からズレています。設問(2)は「施工プロセスの定量化」という課題に対する解決策です。しかし、この内容は、AI で予測モデルを作るという品質予測の話に飛んでおり、施工プロセスの定量化という課題から外れています。また、多変量・非線形という言葉は正しいのですが、具体的に何を指すのか不明です（このため、AI に何をやらせたいのかも不明）。

㉒ → 「塑性粘度」

㉓ 自動制御との接続については、これまでと同様。

5 ) 自動制御へのフィードバック  
 施工プロセスをリアルタイムで最適化し、品質ばらつきを抑制するため、予測モデルの結果に基づき、施工計画を自動補正する<sup>㉔</sup>。例えば、締固め不足が予測された場合に振動時間を延長し<sup>㉕</sup>、温度ひび割れ予測された場合には、打込速度や養生条件を調整<sup>㉖</sup>する。

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	枚目      枚中

技術部門
選択科目：
専門とする事項：

- ②④ “施工計画を自動補正する”が技術的に不正確です（施工計画は事前計画でありリアルタイム補正の対象ではありません）。リアルタイムで補正するのは「施工計画」ではなく、施工条件（打込み速度・振動時間・養生温度）、制御パラメータ（振動数・散水量・断熱材厚）ではありませんか。
- ②⑤ 細かい話ですが、“締固め不足が予測されたら振動時間を延長”は制御モデルとして不十分です。締固めは、振動数、振幅、質量、作用時間、コンクリートのレオロジー特性、配筋密度などの複合要因で決まります。
- ②⑥ これも違和感があります。温度ひび割れは、断熱温度上昇、温度勾配、拘束条件、部材厚、セメント種類などで決まりますので、養生温度、断熱材厚、散水量、打設時期（外気温）、セメント種類（低発熱型）が制御すべきパラメータではないでしょうか。

### 3 . 新たに生じる懸念事項と解決策

AI モデルは学習データ範囲外の条件に対して、予測精度が低下する。特に、高流動コンクリートや特殊配合変更時には、レオロジー特性が大きく変化し、誤差が拡大する懸念がある<sup>②⑦</sup>。解決策として、オンライン学習機能を導入し、施工ごとにモデルを更新する。また、交差検証により、予測誤差を常時監視し、許容誤差を超えた場合は手動管理に切替えるなど、フェイルセーフ機構を設ける<sup>②⑧</sup>。以上

- ②⑦ 冒頭は AI の話ですが、後半は手動管理の話に飛び、段落の焦点がぼやけています。また、前問(2)で示した解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項なのに、AI に限定しており（AI の弱点であり、その他の課題とはあまり関係ない）、解決策に共通した副作用になっていません。高流動コンクリートや特殊配合変更時など例外的なケースを説明していることも気になります。

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門
問題番号		選択科目：
答案使用枚数	枚目      枚中	専門とする事項：

⑳ 「許容誤差を超えたら手動管理に切替」では、自動化という目的に沿っていないですね（半自動になっている）。また、これでは“フェイルセーフ”ではなく、単なる手動への丸投げです。本来のフェイルセーフは、制御パラメータを安全側に固定、施工を一時停止、施工条件を制限するなどの安全側の制御を指します。また、精度低下の防止を話すべきなのに、フェイルセーフの話では別問題です。つまり、論点が「予防」から「事後対応」にすり替わっています。

<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>⑳ 「許容誤差を超えたら手動管理に切替」では、自動化という目的に沿っていないですね（半自動になっている）。また、これでは“フェイルセーフ”ではなく、単なる手動への丸投げです。本来のフェイルセーフは、制御パラメータを安全側に固定、施工を一時停止、施工条件を制限するなどの安全側の制御を指します。また、精度低下の防止を話すべきなのに、フェイルセーフの話では別問題です。つまり、論点が「予防」から「事後対応」にすり替わっています。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; min-height: 600px;"> <!-- Grid content --> </div>
--