

シールド工事中用立坑の設計

目 次

第1編 総説

| | |
|----------------------|------|
| 1. はじめに | 1-1 |
| 1.1 概説 | 1-1 |
| 1.2 関連する法規と基準類 | 1-2 |
| 2. 用語の定義 | 1-6 |
| 3. 調査・計画から設計・施工計画まで | 1-8 |
| 3.1 概略計画の段階 | 1-8 |
| 3.2 基本調査および基本設計の段階 | 1-8 |
| 3.3 詳細調査および詳細設計の段階 | 1-8 |
| 4. 立坑の機能 | 1-11 |
| 4.1 概要 | 1-11 |
| 4.2 トンネル完成後の立坑に求める機能 | 1-11 |
| 4.3 シールドの施工時における機能 | 1-15 |
| 5. 立坑の構造と施工法 | 1-16 |
| 5.1 立坑の構造 | 1-16 |
| 5.2 立坑の施工法 | 1-20 |

第2編 立坑の調査および計画

| | |
|------------|------|
| 1. 調査 | 2-1 |
| 1.1 概要 | 2-1 |
| 1.2 立地条件 | 2-1 |
| 1.3 地形状況 | 2-2 |
| 1.4 支障物件 | 2-3 |
| 1.5 地盤調査 | 2-5 |
| 1.6 環境保全調査 | 2-7 |
| 2. 立坑の位置 | 2-11 |
| 2.1 概要 | 2-11 |

| | |
|-------------------|------|
| 2.2 用途別の位置検討 | 2-11 |
| 3. 立坑の内空 | 2-24 |
| 3.1 概要 | 2-24 |
| 3.2 用途別の内空検討 | 2-24 |
| 3.3 施工上必要となる空間 | 2-31 |
| 4. 立坑の設計と施工 | 2-38 |
| 4.1 概要 | 2-38 |
| 4.2 立坑の設計 | 2-39 |
| 4.3 施工法の選定 | 2-43 |
| 4.4 シールド作業空間の確保 | 2-44 |
| 4.5 補助工法と発進, 到達方法 | 2-45 |
| 4.6 施工計画および施工 | 2-46 |
| 4.7 特殊な施工法 | 2-52 |
| 5. 立坑の維持管理 | 2-58 |
| 5.1 概要 | 2-58 |
| 5.2 設計及び施工上の配慮 | 2-58 |

第3編 立坑の設計

| | |
|-----------------|------|
| 1. 矩形立坑 | 3-1 |
| 1.1 設計の基本 | 3-1 |
| 1.2 荷重 | 3-3 |
| 1.3 使用材料および設計用値 | 3-8 |
| 1.4 構造解析 | 3-10 |
| 1.5 部材の照査 | 3-18 |
| 1.6 躯体の安定に関する検討 | 3-23 |
| 1.7 地震に関する検討 | 3-25 |
| 1.8 構造細目 | 3-35 |
| 2. 円形立坑 | 3-39 |
| 2.1 設計の基本 | 3-39 |
| 2.2 荷重 | 3-41 |
| 2.3 構造解析 | 3-42 |
| 2.4 地震に関する検討 | 3-47 |
| 2.5 構造細目 | 3-50 |

第4編 仮設構造物の設計

| | |
|-------|-----|
| 1. 概要 | 4-1 |
|-------|-----|

| | |
|-----------------|------|
| 1.1 本編の目的 | 4-1 |
| 1.2 適用範囲 | 4-1 |
| 2. 矩形立坑の仮設設計 | 4-2 |
| 2.1 設計の基本 | 4-2 |
| 2.2 土質条件 | 4-4 |
| 2.3 荷重条件 | 4-5 |
| 2.4 材料 | 4-15 |
| 2.5 構造計算 | 4-20 |
| 2.6 底盤安定の対策工法 | 4-34 |
| 2.7 開口に配慮した仮設設計 | 4-35 |
| 2.8 周辺構造物への影響検討 | 4-37 |
| 3. 円形立坑の仮設設計 | 4-41 |
| 3.1 設計の基本 | 4-41 |
| 3.2 地盤条件 | 4-42 |
| 3.3 荷重条件 | 4-42 |
| 3.4 材料 | 4-43 |
| 3.5 構造計算 | 4-44 |
| 3.6 開口に配慮した仮設設計 | 4-49 |
| 3.7 周辺構造物への影響検討 | 4-49 |
| 4. 発進と到達方法 | 4-51 |
| 4.1 発進と到達工法の概要 | 4-51 |
| 4.2 仮壁撤去工法 | 4-54 |
| 4.3 直接切削工法 | 4-61 |
| 4.4 発進および到達坑口工 | 4-65 |
| 4.5 その他の補助工法 | 4-67 |
| 5. 地盤改良工法 | 4-70 |
| 5.1 薬液注入工法 | 4-70 |
| 5.2 高圧噴射攪拌工法 | 4-81 |
| 5.3 凍結工法 | 4-88 |

第5編 ケーソン工法による立坑

| | |
|----------------|-----|
| 1. 概要 | 5-1 |
| 1.1 本編の目的 | 5-1 |
| 1.2 適用範囲 | 5-1 |
| 1.3 ケーソン工法の分類 | 5-1 |
| 1.4 ケーソン工法の特徴 | 5-4 |
| 1.5 施工方法の発展の経緯 | 5-5 |

| | |
|-------------------|------|
| 2. 文献調査結果 | 5-8 |
| 2.1 実績と動向 | 5-8 |
| 2.2 現在の研究動向 | 5-10 |
| 2.3 設計法の現状と課題 | 5-10 |
| 3. 設計 | 5-13 |
| 3.1 設計の基本 | 5-13 |
| 3.2 地盤条件 | 5-14 |
| 3.3 荷重 | 5-14 |
| 3.4 材料 | 5-15 |
| 3.5 形状寸法 | 5-16 |
| 3.6 沈下関係および安定 | 5-17 |
| 3.7 部材の設計 | 5-23 |
| 3.8 構造細目 | 5-31 |
| 3.9 周辺環境への影響の防止対策 | 5-32 |
| 3.10 計測管理 | 5-35 |
| 4. ケーソンにおける補助工法 | 5-37 |
| 4.1 先行削孔工法 | 5-37 |
| 4.2 地盤改良工法 | 5-37 |
| 4.3 作業気圧低減工法 | 5-37 |

第6編 課題と今後の展望

| | |
|---------------------|-----|
| 1. シールド工事用立坑を取り巻く現状 | 6-1 |
| 2. 大深度化への対応 | 6-2 |
| 2.1 調査と計画 | 6-2 |
| 2.2 立坑本体と土留め壁 | 6-3 |
| 2.3 ケーソン工法 | 6-3 |
| 3. 立坑の設計の合理化 | 6-4 |
| 3.1 立坑の設計における課題 | 6-4 |
| 3.2 立坑の耐震検討 | 6-6 |

第7編 計算例

| | |
|------------------|-----|
| 1. 序論 | 7-1 |
| 1.1 計算例の位置づけ | 7-1 |
| 1.2 適用事例のバリエーション | 7-1 |
| 1.3 部材の照査方法 | 7-1 |

| | |
|------------------------------|-------|
| 2. 柱列式地下連続壁を用いた矩形立坑の計算例 | 7-2 |
| 2.1 本体構造の設計 | 7-2 |
| 2.2 仮設構造の設計 | 7-27 |
| 3. RC地下連続壁を用いた円形立坑の計算例 | 7-44 |
| 3.1 本体構造物の設計 | 7-44 |
| 3.2 仮設構造物の設計 | 7-64 |
| 4. オープンケーソン工法を用いた円形立坑の計算例 | 7-77 |
| 4.1 設計条件 | 7-77 |
| 4.2 安定（浮上り）に対する検討 | 7-78 |
| 4.3 沈下関係の検討 | 7-80 |
| 4.4 部材の設計 | 7-86 |
| 5. ニューマチックケーソン工法を用いた矩形立坑の計算例 | 7-97 |
| 5.1 設計条件 | 7-97 |
| 5.2 安定（浮上り）に関する検討 | 7-98 |
| 5.3 沈下関係の検討 | 7-99 |
| 5.4 部材の設計 | 7-102 |
| 6. セグメント式ケーソン工法を用いた円形立坑の計算例 | 7-120 |
| 6.1 設計条件 | 7-120 |
| 6.2 構造設計 | 7-122 |
| 6.3 沈下関係の検討 | 7-131 |
| 6.4 開口部の設計 | 7-136 |

第8編 実績等調査結果

| | |
|------------------|-----|
| 1. 調査目的 | 8-1 |
| 2. 調査方法 | 8-1 |
| 2.1 調査対象工事 | 8-1 |
| 2.2 調査項目 | 8-1 |
| 2.3 送付・回収方法 | 8-1 |
| 2.4 立坑実績データ入力シート | 8-1 |
| 3. 調査結果 | 8-4 |
| 3.1 回答状況 | 8-4 |
| 3.2 調査結果 | 8-4 |

資料編

| | | |
|------|---------------------------|-------|
| 資料 1 | グラシヨフ・ランキンの方法による支点反力の算定方法 | 資料1-1 |
| 資料 2 | 地下連続壁の動向 | 資料2-1 |
| 資料 3 | 仮設構造物に関する現在の研究動向 | 資料3-1 |
| 資料 4 | 円形立坑の偏圧について | 資料4-1 |
| 資料 5 | 2リングばねモデル | 資料5-1 |
| 資料 6 | ケーソン工法による立坑に関する文献調査 | 資料6-1 |
| 資料 7 | ニューマチックケーソンの作業気圧 | 資料7-1 |
| 資料 8 | ケーソンの刃口金物 | 資料8-1 |
| 資料 9 | ニューマチックケーソンの平板載荷試験 | 資料9-1 |