

令和 7 年度

空港舗装構造の変形計算補助業務

特記仕様書

令和 7 年 8 月

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

1. 業務概要

本業務は、空港舗装構造のデータ分析の補助を行うため、当所が開発した地盤の変形計算を実施するためのプログラムを対象に機能追加、変形計算を行うものである。

2. 履行期限

契約締結日から令和8年2月6日までとする。なお、履行期間中の土曜日、日曜日、祝日及び年末年始休暇は、休日として設定している。

3. 貸与物件

- (1) 貸与物件は、表1のとおりとする。
- (2) 受注者は、貸与物件の借用後においては、適切な維持管理を行うものとする。
- (3) 受注者は、貸与物件の必要がなくなった場合、速やかに調査職員に返還しなければならない。

表1 貸与物件

品名	品質・規格等	数量	引渡場所	引渡時期
			返還場所	返還時期
① 地震応答計算・変形計算 入力ファイル	電子データ	1式	当所	調査職員との協議による
② 変形計算プログラム(バージョン1.1.1) ソースコード (Fortran)	電子データ	1式	当所	調査職員との協議による
③ 変形計算プログラム 入出力手引書	電子データ	1式	当所	調査職員との協議による
④ 令和6年度 模型実験及び地震記録を対象とした 地震応答計算等補助業務 報告書	電子データ	1式	当所	調査職員との協議による

4. 業務仕様

4-1 総 則

本特記仕様書に定めのない事項については、「港湾設計・測量・調査等業務共通仕様書」（国土交通省港湾局、令和7年4月）の定めによるものとする。なお、設計図書公表後、共通仕様書の改訂により実施内容に変更が生じた場合は、調査職員と別途協議し実施するものとする。

4-2 計画準備

- (1) 受注者は、本業務の実施に先立ち、事前に仕様内容等を確認のうえ業務計画書を作成し、調査職員に提出するものとする。
- (2) 受注者は、本業務において使用するプログラムが一般利用向けに整備されていない特殊なプロ

グラムであるため、プログラムの仕様や計算手法等を十分に理解するとともに、本業務の目的及び内容を十分に把握するものとする。

4-3 共通事項

本業務は、貸与する変形計算プログラムについて機能追加、プログラムを用いた変形計算を行うものである。表2に貸与する変形計算プログラムの仕様を示す。

実施にあたっては、作業従事者として、計算力学技術者（1級又は上級アナリスト）の資格を有していること。

また、地震応答計算プログラム FLIP ROSE 2D（一般社団法人 FLIP コンソーシアム）は受注者にて用意するものとする。

表2 貸与する変形計算プログラムの仕様

分 類	機 能
計算手法	Biot の二相系圧密理論（u-p 形式、Sandhu 流）
空間離散化法	有限要素法（3次元空間（要素タイプは2次元空間対応のみ）） 変位および水圧を未知量とし、変位は2次・水圧は1次の形状関数を用いる。
計算内容	・静的計算 ・圧密計算（地震応答計算終了時刻をスタートとする）
使用要素	・線形梁要素 ・平面要素（三角形／四角形の要素、地下水以浅／以深で切り替え） ・ジョイント要素 ・線形ばね要素
非線形の考慮	・材料非線形 ・収束計算法（Newton-Raphson 法）
地盤の構成モデル	・線形弾性 ・非線形弾性（有効拘束圧依存、応力・間隙水圧依存、ひずみ履歴依存） ・弾塑性
荷重条件	・節点荷重
初期条件	・地震応答計算終了時の応力、過剰間隙水圧 ・任意の応力、過剰間隙水圧
入力データ	・地震応答計算の出力データ（時刻歴波形を含む） ・その他、圧密計算に必要なデータ
出力データ	・節点応答時刻歴（CSV 形式） ・要素応答時刻歴（CSV 形式）
動作環境	OS : Windows10

計算速度の目安	【モデルサイズ】 要素数：約 7000 節点数：約 13000 【PC スペック】 CPU：Intel core i7-8700K 3.7GHz メモリ：36GB OS：Windows 10pro 【計算速度】 15000 ステップ、約 5 時間 (参考) 地震応答計算 (FLIP ROSE)：110000 ステップ、約 10 時間
---------	--

4-4 機能追加

貸与プログラム(バージョン 1.1.1：業務着手時の最新版)について、表 3 に示す機能追加を行う。貸与プログラムに関するコーディングの方法は既存プログラムの方法に則するものとし、貸与プログラムの修正は最小限にとどめるものとする。また、動作確認のため、数要素のモデルを用いて動作検証を行い、動作検証結果について取りまとめる。必要な使用ライブラリ、プログラムの修正内容やコーディング方法、検証方法等については事前に調査職員と協議のうえ決定する。

表 3 追加する機能一覧

追加機能番号	機 能
1	液状化地盤の体積収縮を表現する非線形体積変化モデルについて、せん断非線形を考慮できるよう改良を行う。せん断非線形のモデルは、弾塑性モデルとし、ひずみ軟化を考慮できるモデルとする。
2	・ばね要素に非線形弾性モデルを追加する。モデルパラメータは変位と剛性のテーブルで入力できるものとする。 ・梁要素に非線形モデルを追加する。非線形モデルは、トリリニア型で軸力依存を考慮できるものとする。
3	圧密計算においてリスタートできるよう改良を行う。リスタートに必要なデータは、事前に設定したステップで保存し、保存したステップからリスタートができるものとする。
4	せん断ひずみ-体積ひずみ関係に、双曲線型の曲線を定義できるよう改良を行う。入力パラメータは最大体積ひずみと基準ひずみの 2 種類とする。

4-5 事例計算

追加機能の動作確認として、貸与する変形計算プログラム及び FLIP ROSE 2D（地震応答計算）を利用して事例計算を行う。貸与プログラムは地震応答計算の地盤の累積損傷及び過剰間隙水圧を計算に用いた変形プログラムである。

4-5-1 入力データ作成

貸与する空港舗装構造（外周護岸を含む）の入力データ 1 断面を元に、追加機能に対応した修正を反映させた入力データを作成する。試算を行い、外周護岸の変形及びひずみ分布より、メッシュの修正等のデータ修正を行うことを想定している。モデル化方法及び入力パラメータについては、事前に調査職員と協議のうえ決定する。

4-5-2 地震応答計算及び変形計算

4-5-1 で作成した 1 断面の入力データを用いて、FLIP ROSE 2D より地震応答計算（直接積分法）を行う。入力波形は 1 波とする。次に、地震応答計算結果を用いて、貸与プログラムより変形解析を行う。機能追加したせん断非線形の設定について、空港舗装構造及び外周護岸の変状に及ぼす影響について確認できるようケース設定を行う。

4-5-3 データ整理

4-5-2 の計算結果について、データ整理を行う。変位・加速度・過剰間隙水圧の時刻歴図、コンター図等の作成を想定している。

4-6 報告書作成

受注者は、上記 4-4、4-5 で得られた結果を報告書にまとめるものとする。

4-7 協議・報告

受注者は、業務の着手時に事前協議 1 回、業務の完了時に最終報告 1 回を行うものとする。

なお、協議・報告については対面で実施することを基本とするが、実施が難しい場合には実施方法について協議を行うものとする。

5. 成果物

5-1 成果物

本業務における業務完成図書は、電子納品によるものとする。

- （１）電子納品とは、特記仕様書、業務計画書、報告書等すべての最終成果(以下「業務完成図書」という)を電子データで作成し、納品するものである。
- （２）「業務完成図書」は、作成した電子データを電子媒体(CD-R 又は DVD-R)で 1 部提出するものとする。なお、「業務完成図書」の詳細内容及び電子化については、調査職員と協議のうえ、決定するものとする。
- （３）特記仕様書の電子データは、発注者が提供する。

5-2 提出先

神奈川県横須賀市長瀬 3 丁目 1 番 1 号

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

6. 検 査

本特記仕様書のとおり実施されたことの確認をもって検査とする。

7. その他

- (1) 本特記仕様書に明記なき事項及び、本業務の遂行上疑義が生じた場合は、両者が協議のうえ、決定するものとする。

また、業務内容の変更により、契約金額に変更が生じる場合は、両者が協議のうえ、履行期間末日までに、契約変更を行うものとする。

- (2) 本業務遂行上取り扱うデータについては、当初の規定及び調査職員の指示に従うほか、受注者の十分な管理のもとで取り扱うものとする。

- (3) 本業務により得られた成果は、当所に帰属するものとする。

- (4) 著作権の帰属等については、以下のとおりとする。

① 本業務にて作成したプログラム等の所有権及び著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条の権利を含む）は、検査完了をもって受注者より当所に移転する。

② 受注者は、当所及び当所が指定する者に対して、本プログラム及びその改変物等に関し、著作権者人格権を行使しないものとする。

③ 既存のモジュール等を利用した場合には、用いたモジュールの名称、その権利者及び本業務において、そのモジュールを利用するために行った権利処理内容を明確にするものとする。

- (5) 本業務の遂行上過程では、調査職員と綿密な連携を保ち、進捗状況を報告するものとする。

- (6) 本業務により得られた情報及び成果は、当所の許可なく公表したり、他に転用してはならない。

以 上