

実大5層鉄筋コンクリート造架構試験体の3D点群計測および損傷評価業務

仕様書

1. 適用範囲

本仕様書は、国立研究開発法人建築研究所が発注する「実大5層鉄筋コンクリート造架構試験体の3D点群計測および損傷評価業務」に適用する。

2. 目的

本業務は、建築研究所が実施しているPRISM研究課題「迅速な被災度等判定システム及びデータプラットフォームの構築に関する研究」の一環として行う、コンクリート系架構の3D計測業務に資する検討を実施する。本業務では、レーザースキャナーを用いた実大5層架構試験体形状の把握、変形性状を把握するための計測を行い、そのデータを用いて部材表面の損傷評価手法の構築を目的とする。

3. 業務内容

業務の内容は、以下に示す手順で計測、データ処理のうえ損傷評価、それらのデータ保存および表示することである。なお対象試験体は1体（別紙参照）でE-DEFENSE兵庫耐震工学研究センター（住所：兵庫県三木市志染町三津田西亀屋1501-21）において実施する。作業日は最大8日とし、具体的な実施日は別途担当者が指示する。なお作業予定としては10月上旬までに実験施設内座標系を構築するための測量作業および試験体設置初期状態の3D計測を2日間で実施、10月中旬から10月下旬の試験体加振実験期間中に加振前後および加振中において試験体の3D計測を5回以上実施する。ただし計測実施日は予め決定できないため、試験体加振期間中は実験の進捗に合わせて計測を実施できるよう作業体制を確保すること。なお、3D計測に使用するレーザースキャナーは複数台の確保を含め、計測作業時間の短縮を図ることとする。上記で計測されたデータを用いて、今回オンライン上に構築するシステムを用いた損傷評価を行う。

業務にあたっては、以下の要求を満たすこと。

(1) 現地座標系構築について以下の条件を満足すること

- ・実験施設内に複数のリフレクター（不動点）を設置し、TSによる測量作業を行い実験施設内の座標系を構築すること。
- ・振動台または振動台上の試験体にも複数のリフレクターを設置し、実験施設内の座標系における振動台の位置の変化を把握できるようにすること。

(2) レーザースキャナーは以下の性能を有すること。

[加振前後計測用]

- ・計測の精度は $\pm 5\text{mm}$ 以内の性能を有する。
- ・計測されたデータはカラー情報と反射強度情報を有する。なお、作業時間に制約が発生する場合は、計測データにカラー情報を有するか否かを担当者と協議の上、決定すること。
- ・計測ピッチは1点/1cm以上とし、角度測定分解能は0.0007度程度とすること。
- ・部材表面の表面粗度の違いを計測できる。
- ・マルチターゲットのエコー分けができる。

[加振中計測用]

- ・計測の精度は $\pm 10\text{mm}$ 以内の性能を有すること。
- ・角度測定分解能は0.001度程度とすること。
- ・部材表面の表面粗度の違いを表示できること。
- ・回転速度として200回転/秒、測定レートは50万点/秒程度の機能を有すること。
- ・マルチターゲットのエコー分けができる。

(3) 実際の計測においては以下の条件を満足すること

- ・架構試験体の部材表面を計測漏れが最小になるように複数箇所から計測する。計測位置は、加振前後において振動台の外周、実験施設内キャットウォークとし、建物隅角部においては直交す

る複数の部材面が同時に計測できる位置を選定する。また加振中においては、建物の加振方向で、光学遮蔽のない箇所を計測できるよう設置する。

- ・実験施設内で複数（1スキャンで4箇所以上）の不動点を確保する。
- ・点密度は現地における機器の設置位置および作業可能な時間を確認の上、評価対象部位については高密度（25点/cm²）となるよう計画した上で、最終的に担当者と協議の上決定する。

(4) 計測データの処理においては以下の条件を満足すること

- ・計測した点群データは実験施設内座標系に基づいた座標値となるよう座標変換を行うこと。
- ・各ポジションで計測した個別のデータに対して、明らかなノイズ等不要なデータを削除する。また各ポジションで計測したデータを合成し、各点群の座標を決定する。ただしその合成において、極力データは削除しないこととする。
- ・各加振後の試験体の振動台による相対的な残留変位およびコンクリートの浮き剥落面積を数値で示すこと。
- ・動的な応答変位については試験体の主たる動きを計測している部分を高さ毎に、時刻歴応答変位（加振方向）として示すこと。

(5) 計測データを用いた損傷評価を行うシステムは、以下の作業を実施して構築し、三次元点群データの保存と表示ができるように運用することである。また当該システムへのアクセス権は発注者のみとする。

1) システム概要

システムは以下の構成とする。

1. サーバーの設置

以下の機能を持つサーバーを調達・設定すること。使用期間は1年とする。

1.1 ハードウェア

- メモリ：32GB
- ストレージ：SSD 3.2TB
- CPU:仮想10コア

1.2 ソフトウェア

- OS: UNIX系64ビット
- ウェブサーバー：nginx
- データベース：MySQL, SQLite SQLite3

1.3 プログラミング言語

- C,C++,node.js

2. サーバーの移行

現在運用しているサーバーから、新規のサーバーに主要なデータ管理プラットフォーム機能とデータの移行を行う。なお現在運用しているサーバーの内容は発注者より提示する。

3. サーバーの運用

下記の運用管理を行うこと。

- サーバーの動作監視
サーバーの動作状況を監視し、サービスが継続的に提供されるように努めること。
- サーバーのセキュリティ更新
サーバーを構成するソフトウェアを定期的に新しいバージョンに更新すること。
- サーバーのインシデント対応
サーバーにセキュリティ上の問題が発生した場合には、速やかに対処するように努めること。

4. 損傷評価システムが保有する機能

以下の機能を保有する損傷評価できるシステムを構築すること。なお、既存のオンラインのデータ管理プラットフォームにあるシステムを参考にすることができ、それらは発注者より提示する。

4.1 アカウント管理機能

アカウント管理機能を更新し、利用者ごとに、操作できるデータや、データに対する追加、削除、変更、参照などの操作を限定できるようにすること。

4.2 プロジェクト管理機能

同一地域、建物に対する複数年にわたるデータの保存、分析機能を事前に登録した情報に基づき分析処理が機能を追加すること。

4.3 登録点群データの概要確認機能

- ・登録データの計測範囲や計測対象物の位置形状の概要を確認できる機能を備えること。
- ・登録データの計測範囲の算出においては、点群の最大分布範囲ではなく、計測対象物と想定され

る物体の周囲に局所化できる手法を用いること。

・1ファイル当たり数GBに及ぶ登録データの概要を高速に分析するための処理方法を採用すること。

4.4 計測誤差及び真値推定の分析機能

- ・計測面の点群密度を分析できる機能を備えること。
- ・計測面の計測誤差情報を分析できる機能を備えること。
- ・計測された点群から推定される真値の外れ値を除去できる機能を備えること。
- ・計測され点群の真値推定値の誤差程度を分析できる機能を備えること。
- ・同一時期の計測データのレジストレーションエラーの発生状況を把握する機能を備えること。

4.5 建物ごとの座標変換機能

・分析対象となる建物の分析や表示が行いやすいように、水平面の座標に関しては、建物の主要面がX軸もしくはY軸に一致するように座標変換する機能を追加すること。

前述の(4)で検討した座標系の設置について検証し、必要に応じて(4)の修正方法を検討する。

4.6 分析対象部位の設定支援機能

- ・建物に設定したすべての分析対象部位の全体像を確認する機能を備えること。
- ・建物に設定した各分析対象部位の指定範囲の適切さを判断するための機能を備えること。
- ・各分析対象部位において、真値推定を行う面を明示的に設定できる機能を備えること。

4.7 1時期の計測データによる分析機能

・浮き・剥落の発生場所と発生量を識別しやすいように、部材表面の傾きの補正量を分析時に指定できる機能を備えること。

・剥落およびある程度大きいひび割れの検出機能を備えること。

4.8 2時期の計測データを用いた差分分析機能

・残留変位量の計測を正確に行うために、2時期の計測値の基準位置を適切な部位で位置合わせを行う機能を備えること。

・浮き・剥落の発生場所と発生量を正確に求められるように、2時期の部材表面の位置合わせを行う機能を備えること。

4.9 浮きや剥落範囲の境界の特定機能

- ・浮き・剥落の発生部位と正常な部分との境界が特定できる機能を備えること。

4.10 分析結果の表示機能

・今回の試験体の規模の増大に対応して分析結果の画像等がWEBブラウザ上で適切に表示できる機能を備えること。

(6) その他、必要に応じて担当者と協議の上、業務実施方法を決定する。

4. 協議

業務遂行上疑義が生じた場合は、速やかに担当者と協議すること。

5. 成果品

成果報告書1部(各ポジションで計測した3D点群データとそれらを合成したデジタルデータ、および損傷評価結果およびそれらを表示したURLへのアクセス権、動的変形を計測した建物毎の時刻歴データ)。なお、デジタルデータについてはDVDRomまたは電子ファイルの提出のいずれかとする。

6. 納入場所

建築研究所 構造研究グループ 向井研究室(住所:〒305-0802 茨城県つくば市立原1)

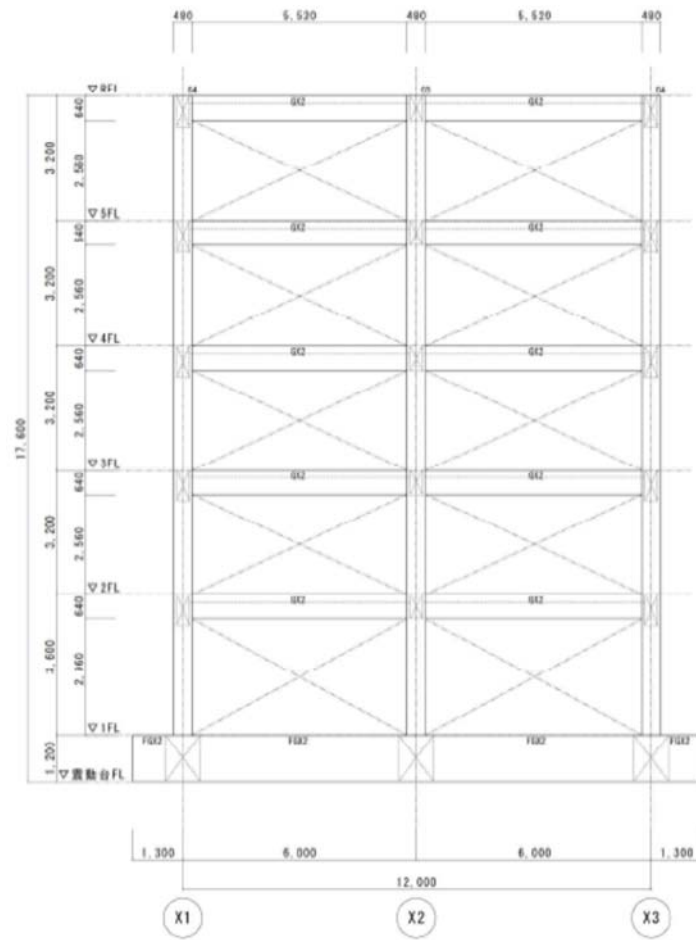
7. 検査

成果品一式は納入時に、検査担当者の検査に合格しなければならない。

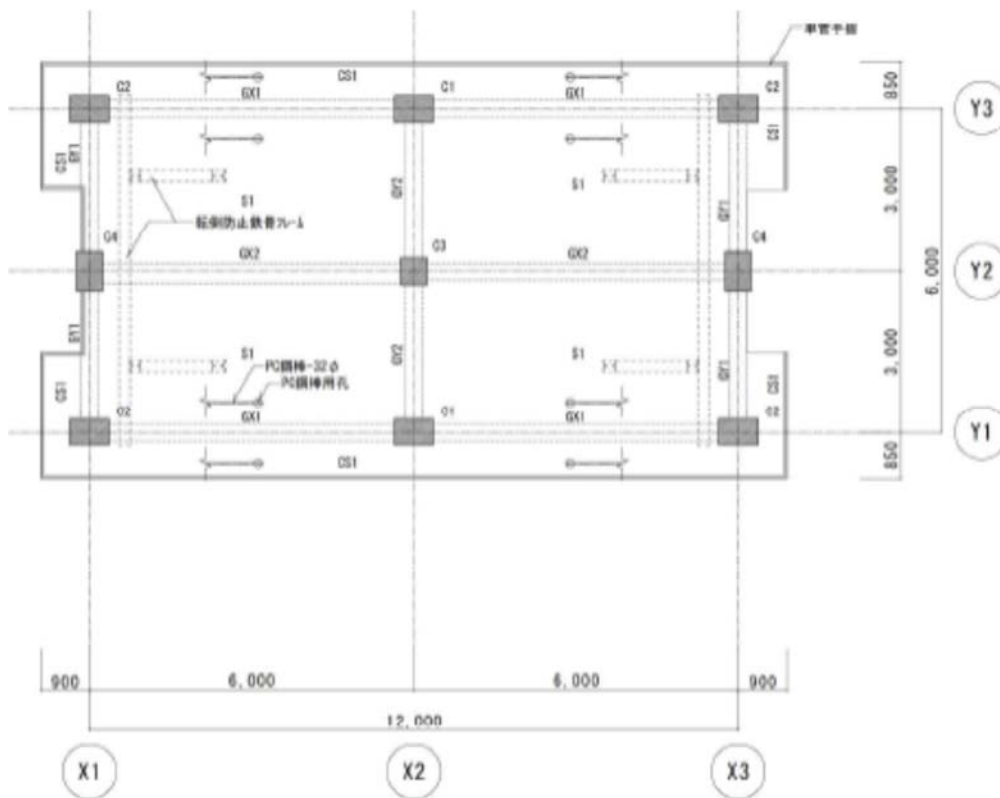
8. 履行期限

契約日の翌日から令和2年12月25日まで。

担当者 構造研究グループ 主任研究員 向井智久



試験体軸組図



試験体伏図