

油圧式万能試験機を利用した教育・研究

佐藤 宏貴*, 齊藤 隆典**, 趙 衍剛***

Education and Research Using Hydraulic Universal Testing Machine

Hiroki SATOU* Takasuke SAITO** Yan-Gang ZHAO***

1. 装置概要

2013年度工学部特別予算重要機器整備費にて導入した島津万能試験機 UH-F1000kNX は、既存の島津万能試験機 UH-100C の代替機であり、上下クロスヘッドに前方開放型の油圧ロータリ式チャックを装備し、引張試験片の着脱が容易かつ安全に行えるなどの特徴があり、「建築構造・材料実験（前期）」、「建築学実験（後期）」の他、各研究室の卒業研究・修士論文等で年間を通して常時利用されている。

建築構造部材に利用される材料は鋼材、コンクリート、木材、ゴム等多岐にわたり、構造部材はこれらの材料特性を活かし、組み合わせで設計・製作されるのが一般的である。研究段階における構造部材の実験においては、その都度、試験体に使用された材料の機械的性質を材料試験により確認する事が不可欠であるが、建築構造部材として利用される材料は一般的に大断面で使用され、作用する荷重も数万 kN に及ぶため、材料試験においても比較的大きな負荷能力が必要となる。また、建築構造分野では材料の塑性化後や破壊時および破壊後の材料特性も考慮した設計が行われる事から、材料試験機に高度な制御精度が求められる場合もある。

以上の事から、「建築構造・材料実験（前期）」、「建築学実験（後期）」などの授業や各研究室が利用するにあたり 1000kN の最大負荷能力を有し、高性能 RISC プロセッサを用いた高速処理制御と電気油圧サーボ式クローズドループシステムを採用した、精度、操作性、信頼性において十分な性能を有する当該機器^[1]を選定した。また、UH-F1000kNX は試験中に測定される試験力やひずみのデータをもとに、制御パラメータをリアルタイムでセミオートチューニングでできるため予備試験が不要であり、分解能を高めることで高精度な応力制御・ひずみ制御試験を1つのレンジで行うことが可能である。操作用インターフェースについても操作方法が簡便化されており、利用時の機器損壊の防止や、操作ミスの減少なども期待される。そのほかに、材料試験は多数の試験片について試験を行うことも少なくないため、開放式油圧チャックを備えた仕様へのリペアは試験数の多い研究では非常に有効となる。

写真1.1に島津万能試験機 UH-F1000kNX 形試験機本体および計

測制御装置を示す。当該機器の利用例として写真1.2にコンクリート圧縮強度試験の試験状況を示す。コンクリート供試体には静弾性係数を算出するためにコンプレッションメータを取り付け、標点間の変形を計測している。図1.1に各供試体の応力度－ひずみ関係、図1.2



写真1.1 UH-F1000kNX



写真1.2 コンクリート
圧縮強度試験

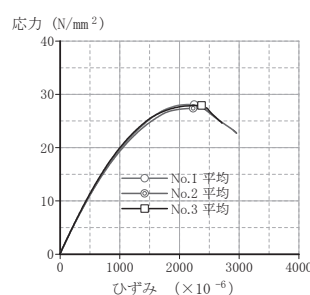


図1.1 応力度－ひずみ関係

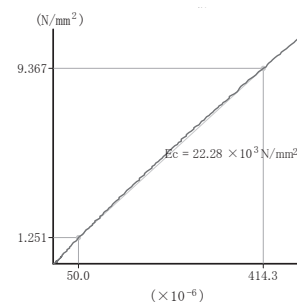


図1.2 静弾性係数算出図

表1 コンクリート圧縮強度試験結果

供試体 No.	圧縮強度 N/mm ²	静弾性係数 ×10 ³ N/mm ²	最大荷重 ひずみ×10 ⁻⁶	見掛け密度 kg/m ³	引張強度 N/mm ²
1	28.1	22.28	2248	2190	2.04
2	27.4	22.00	2230	2194	2.24
3	27.9	22.81	2370	2204	2.45
全平均	27.8	22.36	2283	2196	2.25

*技術職員 建築学科

Technical Assistant

**助教 建築学科

Assistant Professor, Dept. of Architecture

***教授 建築学科

Professor, Dept. of Architecture

に No.1 供試体の静弾性係数算出図を示す。表1に各供試体の試験結果を示す。引張強度は割裂引張強度試験による。

2. 研究への利用例の紹介

「デジタル画像相関法を用いたコンクリートの光学的全視野変形計測」^[2] 齊藤隆典**, 趙衍剛***

コンクリートを対象とした変形計測を行う場合、変位計やひずみゲージといった計測デバイスを用いることが一般的であるが、対象物に直接接触した状態での計測が前提となるため、設置条件等の物理的な制約が計測の障害になる場合がある。そこで、このような従来型の計測法に対して、デジタルカメラ等の光学機器を用いることで部材表面の変形状態を画像情報として捉え、取得画像を画像解析することによって、対象物と非接触状態での変形の計測が試みられている。画像解析による全視野変形計測の研究は、ひずみゲージ等では通常計測することが困難な、対象全体のひずみ分布をより詳細に捉え得る可能性を有しているが、計測の精度や対象物に表面処理を施す必要がある等の観点から、限定的な適用範囲に留まっているのが現状である。そこで、齊藤・趙は、特別な表面処理を施すことなく、より高精度で実用的にコンクリートの変形挙動を計測することを目的として、画像解析アルゴリズムにデジタル画像相関法と二次曲面近似手法を採用した計測法を構成し、コンクリート試験体の一軸圧縮実験による計測結果からその精度について検証を行っている。更に、計測精度に影響を及ぼすと想定される画像解析条件をパラメータとするパラメトリック解析を実施することで、その影響について検討を加えている。

写真2に計測時セットアップの状況を示す。計測法の構成は画像解析用 PC と画像撮影用光学機器および計測対象から成る。計測対象であるコンクリートの圧縮には島津万能試験機 UH-F1000kNX を利用し、変位速度一定で载荷した状態において画像撮影と各種データの計測を行っている。

図2.1にコンクリート試験体の軸方向応力-ひずみ関係の比較、図2.2にコンクリート試験体の軸方向荷重-軸方向変位関係を示し、図2.3には画像解析結果に基づく試験体ひび割れ発生後の応力低下域でのコンクリート表面ひずみを示す。この研究成果をふまえて、実大に近いスケールの建築構造部材の全視野変形計測への応用研究を現在進めている。

3. おわりに

当該機器は2013年度工学部内重要機器整備費により導入されました。ここにご協力いただきました皆様に深く感謝の意を示します。

【参考文献】

[1] 島津万能試験機 UH-F1000kNX 形仕様書 S221-1482

【引用文献】

[2] 齊藤隆典, 趙衍剛, デジタル画像相関法を用いたコンクリートの光学的全視野変形計測, コンクリート工学年次論文集, 36(2),

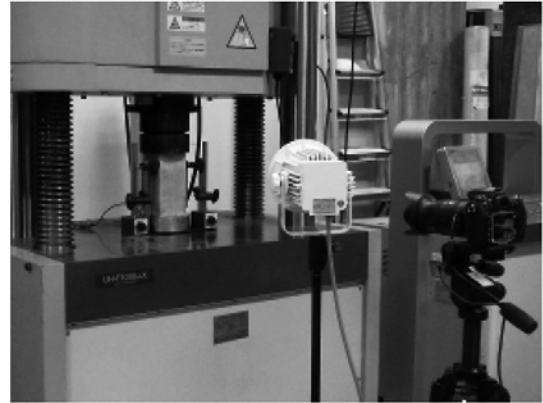


写真2 計測時セットアップの状況

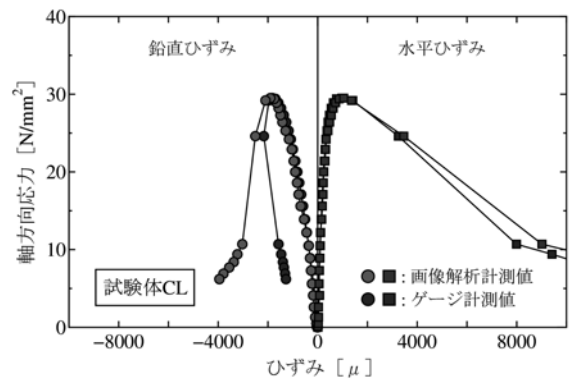


図2.1 軸方向応力-ひずみ関係の比較

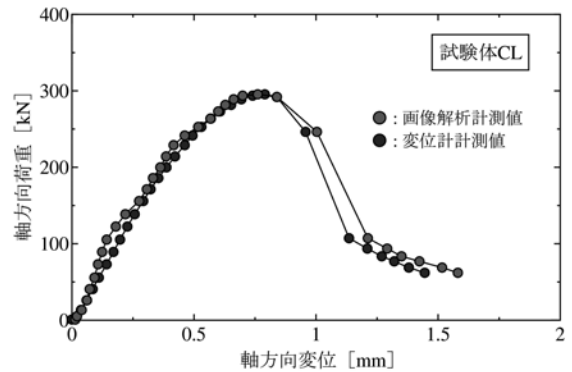


図2.2 軸方向荷重-軸方向変位関係の比較

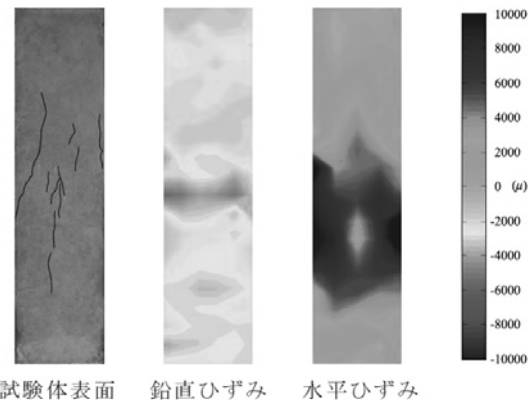


図2.3 コンクリート試験体のひび割れ後の応力低下域でのコンクリート表面ひずみ

85-90 (2014.7)

【当該機器を利用した主な受託研究】

- [3] 長寿命建築システム普及推進協議会「アンボンドPC 梁部材の弾塑性挙動の把握」(2014)
- [4] 一部屋耐震シェルター「安全ボックス」の水平加力試験(2014)
- [5] ボイドスラブの構造性能に関する実験的研究(2015)
- [6] 「ボイドスラブの長期荷重載荷実験」(2016)
- [7] 「鉄筋コンクリート造大梁中央重ね継手工法の構造」(2016)

【当該機器を利用した主な研究論文】

- [8] 飯塚亮他,「累積塑性歪エネルギー率の大きな座屈拘束ブレースの研究」, 日本建築学会構造系論文集, 700, 847-855 (2014.6)
- [9] 小谷野一尚他,「疲労性能の高い座屈拘束ブレースの研究」, 日本建築学会技術報告集, 47, 137-140 (2015.2)
- [10] 菱田俊介他,「鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレースの実験的研究: 鋼製ずれ止め位置が力学性能に及ぼす影響及び座屈変形の評価」, 日本建築学会構造工学論文集, 61B, 141-149 (2015.3)
- [11] 小谷野一尚他, 座屈拘束ブレースの小塑性歪振幅における疲労性能の研究, 日本建築学会技術報告集, 50, 115-119 (2016.2)
- [12] 菊池健太郎, 島崎和司, RC 梁のせん断補強筋とクラック幅に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, 38(2), 205-210 (2016.6)
- [13] 齊藤隆典, 趙衍剛, 位相限定相関法を用いた RC フレーム構造の光学的全視野変形計測, コンクリート工学年次論文集, 38(2), 847-852 (2016.7)