

壁型試験体の観察を目的とした電動リモートカメラスライダーの開発

小山田 康紀
東北大学

1. 開発の背景

建築構造の研究分野では、壁や柱を模擬した実寸大試験体を対象に大規模な加力試験を日常的に実施している。こうした加力試験を行う目的は、試験体の崩壊・変形の様子やデータからその特徴とメカニズムを考察・解析することにある。試験体の崩壊が進行する度に実験者達は試験体に接近し、表面の剥離やひび割れの観察と記録を随時行っていく（図1参照）。

観察者が崩壊途中の試験体に何度も接近するこの目視観察形式に、著者は安全上のリスクがあると考えた。試験体が加力フレームに固定されているとはいえ、瓦礫の崩落や試験体倒壊に実験者達が巻き込まれる危険性が常にある。



図1 実寸大構造試験時の表面観察の様子

2. 開発の目的

上記背景より、試験体表面の観察が可能な電動式カメラスライダーの開発を目的とした。従来の試験体に接近しての目視観察に代わり、スライダーに設置したカメラの中継映像から試験体表面の観察と記録を行う手段を確立させる。コントローラーを通じてカメラの位置を上下左右へ自在に移動させられる仕組みにすることで、試験体から距離を取った安全位置から試験体観察ができると考えた。



図2 開発したカメラスライダー

3. 開発装置の概要

完成した開発装置の全体図を図2に示す。通常時の装置の大きさは高さ0.8m、幅が1.7mである。主部材にアルミ材を使用した。スライダーの動力には100V電源を利用する。また、スライダーの操作でカメラが移動できる範囲は次の通りである。

鉛直方向 地上2.2m～0.8m、水平方向 幅1.6m

鉛直・水平方向の各駆動について解説する。

3-1 鉛直駆動について

カメラ位置を鉛直方向に駆動させるにあたり、パンタグラフ式の機構を採用した（図3参照）。

脚部間隔が狭まるとパンタグラフが上昇、広がると下降する。脚部間隔のコントロールは、ボールねじとギアモーターを組み合わせた機構で片方の脚部を水平移動させることで実現させた。モーターの回転でボールねじが回転し、その回転方向に従ってナットと一体化したパンタグラフ脚部が移動していく仕組みである。

モーターのオンオフ及び回転方向は市販のワイヤレス制御基盤を利用して制御している。上昇下降の機構ながらも上昇高さが制限されてしまいがちな鉛直方向の動力を必要としたため、鉛直方向の撮影範囲を広げることに成功した。

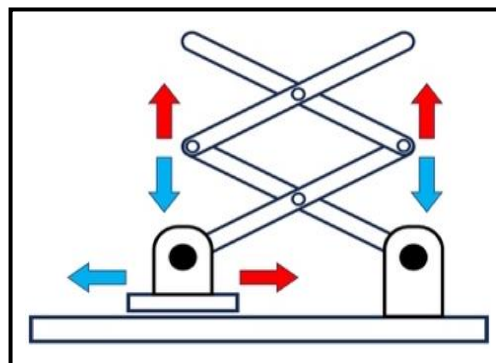


図3 パンタグラフ式上昇機構

3-2 水平駆動について

カメラの水平移動には、図4に示すように2つのプーリー（歯車）とタイミングベルトを組み合わせた回転機構を採用した。2つのプーリーを同方向に回転させ、環状ベルト全体を回転させる。ベルトの回転と共に、カメラを取り付けたレールスライダが水平方向に動く仕組みだ。図5にプーリーを含む駆動部を示す。小型ギアモーターの軸にプーリーを取り付け一体化させ、ギアモーターの回転に従ってプーリーも回転する。この駆動部を収納する部品は3Dプリンターにて出力し作成している。モーターの制御は、鉛直駆動と同様に市販のワイヤレス制御基盤を電気回路に組み込んで実現した。

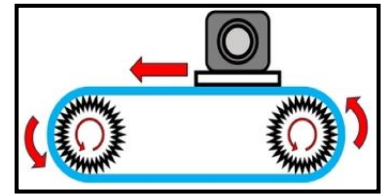


図4 タイミングベルト・プーリー機構

4. 開発成果

実験施設内の反力壁を壁型試験体に見立て、開発装置に設置したカメラが撮影する中継映像で表面観察を実施した。スライダは水平・鉛直駆動共に問題なく滑らかに動作し、可動域内においては目的通り自由なカメラ位置で撮影ができることが確認できた（図5参照）。十分な照明と適切なカメラ距離を確保すれば、試験体表面の目視観察とひび割れ進行記録は中継映像を元にして行うことが可能である。実際に実験を行う学生達に本開発物を利用してもらったところ、開発目的でもあった試験体に近づく頻度が減ることを喜ぶ感想があった他に「表示される進行中の実験データとひび割れの様子を一つのモニターで多くの人間が同時に確認できる」といった実験実施中のメリットが発見できた。

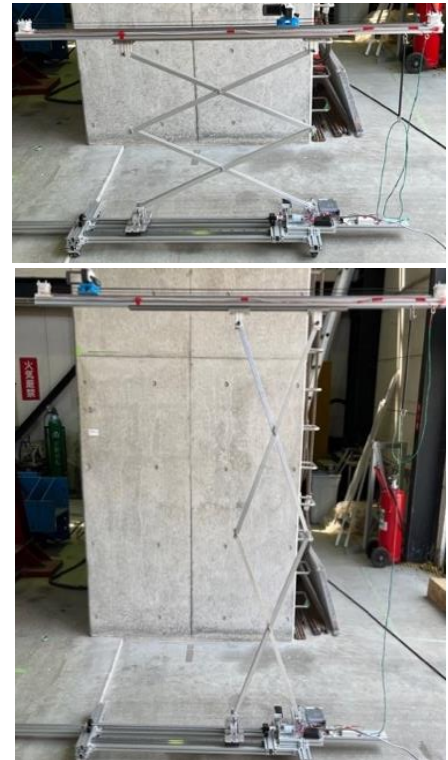


図5 通常時の様子（上）と上昇時の様子（下）

5. 課題

一方で、いくつか課題も散見された。第一に、試験体の大きさによっては撮影範囲が不足する点である。特にスライダの上昇限度を越える高さの大型試験体を扱うことになった際には本開発物の採用が難しくなる。この点に関しては、上昇時のバランスを考慮しつつ高さに応じた本数のパンタグラフ斜め材を追加していく対応が考えられる。第二に、各駆動の運転スピードが遅い点である。これは各駆動の原動力である回転系が原因であると考えられるため、高性能ギアモーターへの転換や回転系の部品を径の太いものに変更するといった改善手段が挙げられる。

6. まとめ

本開発では、構造実験実施に際して試験体観察のため実験参加者たちが破壊途中の試験体に接近する安全上のリスク低減を目的として、試験体表面を撮影するカメラの位置を離れた位置にしながら自在に操作できる電動リモートカメラスライダを開発した。本開発を実験時の試験体観察に導入することの有用性と安全性が確保される点を実験者たちに示し、新たな観察手法として提案した。今後は、開発過程で見つかった問題点や利用者からの改良希望を反映させ改善に努めていく。

7. 謝辞

本開発は令和4年度 東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて実施した。謝意を表す。