

可動式ホーム柵が取付くホーム床版の載荷実験

1. はじめに

ホーム上のお客様の安全性向上は重要な経営課題であり、「安全考動計画2022」においても、ハード・ソフトの両面からさまざまな取り組みが進められているところですが、その核となるハード対策として、「ホーム柵」の着実な整備が挙げられます。

既設ホームの片持ち床版へ可動式ホーム柵を設置する際には、図1に示すようにホーム柵設備の自重による鉛直荷重や、ホーム柵への旅客推力に起因する集中曲げモーメントなどを片持ち床版に作用させて、安全性の検討を行います。集中曲げモーメントに対しては明確な設計手法がないため、片持ち床版が一方向のはりとして挙動すると見なして安全側に設計されていました。山陽新幹線駅へのホーム柵設置に際して既設片持ち床版の耐力を確認したところ、多くの箇所において補強が必要という結果になりました。

そこで、集中曲げモーメントに対する鉄筋コンクリート片持ち床版の耐力を詳細に把握することを目的に、既設ホームの片持ち床版を模した実物大供試体を作製し、可動式ホーム柵を想定した支柱を設置して、これに対し旅客推力に相当する水平力を作用させる載荷実験を行いました。以下に、載荷実験から得られた結果について紹介します。

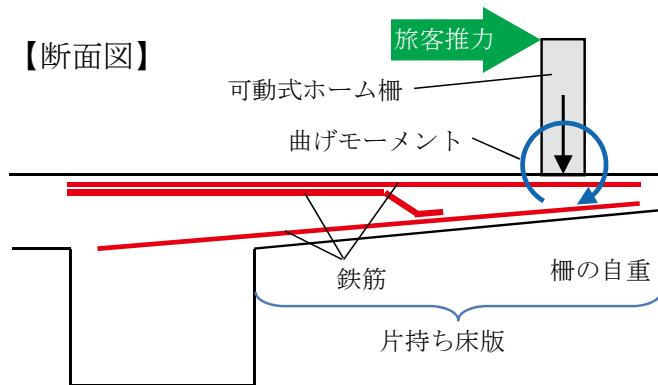


図1：可動式ホーム柵設置概要

2. 実験概要

載荷実験の概要を図2に示します。供試体は、可動式ホーム柵の設置を計画している既設ホームの片持ち床版を模し、張出し長さ2450mm、床版厚150mm(床版先端)～260mm(床版固定端)、幅(線路方向長さ)5000mmとしました。

設計上の旅客推力作用を再現するために、支柱の床版天端から高さ1200mmの位置にPC鋼棒を固定し、反力壁に設置した油圧ジャッキを用いてPC鋼棒を緊張することにより、

支柱に水平力を漸増載荷させました。なお、片持ち床版の安全性の検討において、可動式ホーム柵への旅客推力は、設計施工標準¹⁾を参考に2.5kN/mの水平力が考慮されています。設置予定の可動式ホーム柵の支柱間隔をもとに、上記の旅客推力を作用させた場合、支柱1本あたり22.2kNの水平荷重が作用することになります。この設計荷重値を載荷実験における設計荷重としました。

載荷実験時の測定項目は、水平力載荷用PC鋼棒の緊張力、床版の鉛直変位、鉄筋ひずみとしました。

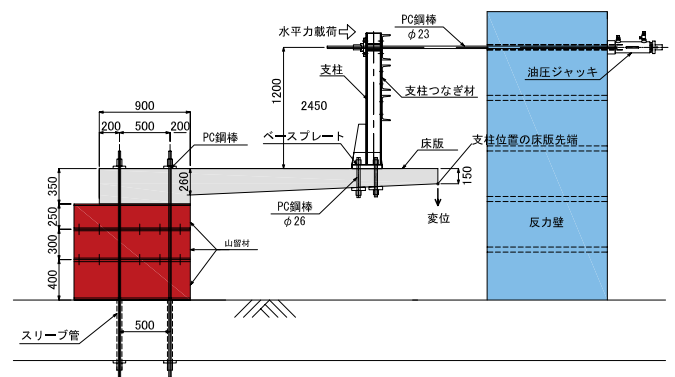


図2：載荷実験の概要

3. 実験結果

水平荷重と支柱位置の床版先端(床版先端中央)における鉛直変位の関係を図3に示します。荷重45kN付近までは荷重と変位の関係は線形関係であり、その後荷重の増加に伴い、剛性が低下しています。なお、最大荷重は116kNであり、設計荷重の5倍以上でありました。

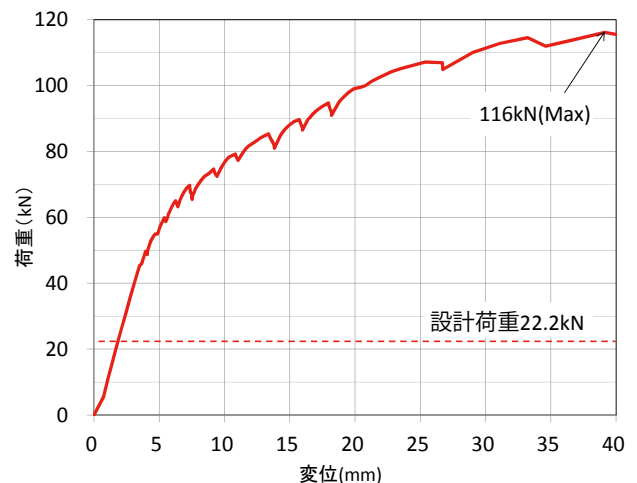


図3：荷重－変位関係(床版先端中央)

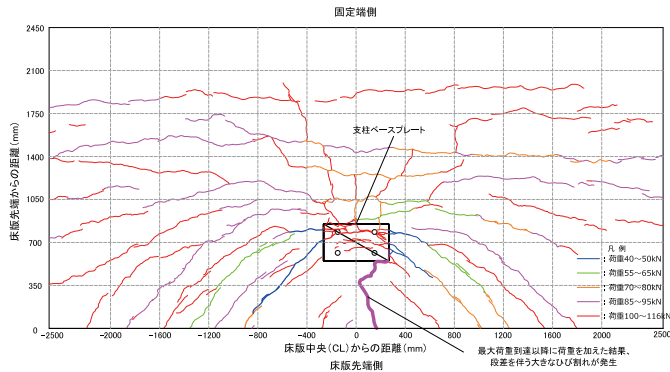


図4：床版上面のひび割れ発生状況



図5：破壊状況写真

床版上面のひび割れ発生状況を図4に示します。設計荷重時には、ひび割れは発生していませんが、荷重が45kN付近で支柱周辺に線路方向のひび割れが発生しています。その後、荷重が65kN付近まで達すると、ひび割れが床版先端側へ向かって斜め方向に進展しています。そして、荷重が90kN付近に達すると支柱と床版先端を結ぶような斜め方向のひび割れおよび支柱固定端側の領域に線路方向のひび割れが多く発生しています。また、最大荷重到達後、測定を終了し、供試体の一部が破壊するまで荷重を加え続けました。図5に示すように、最終的には支柱から床版先端に向かって段差を伴う大きなひび割れが発生しました。

4. 解析的検討

今回、载荷実験の結果を再現するために、FEM解析を実施し、実験結果との比較および解析的検討を行いました。

図6に床版先端からの距離が950mmの位置における水平荷重と上側鉄筋のひずみの関係を実験結果と解析結果を併せて示します。実験においては、荷重が60～80kNを超える付近からひずみが急増しているが、解析結果はひずみの状況を概ね再現できており、今後FEM解析により照査することの妥当性が確認できました。

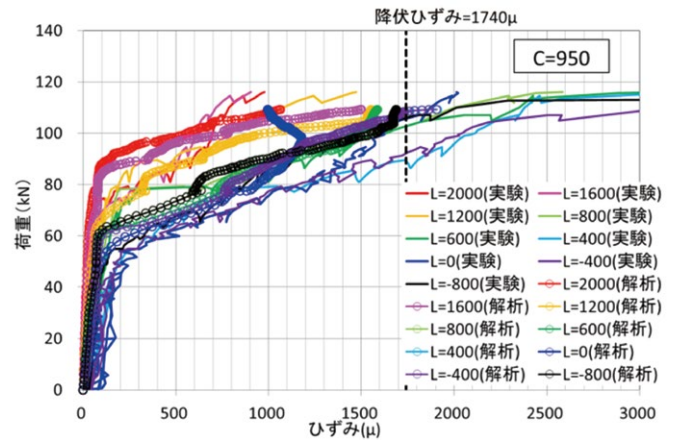


図6：荷重－上側鉄筋ひずみ関係

5. おわりに

既設ホーム片持ち床版を模した実物大の供試体を作製し、可動式ホーム柵に旅客推力を作用させる载荷実験を行いました。以下に、得られた知見を示します。

- 1) 実験により設計荷重に対して、ひび割れ発生で約2倍、破壊で約5倍の耐力を確認できました。このことは、片持ち床版が線路方向と線路直角方向の二方向のはりとして挙動していることが原因と考えています。
- 2) 床版に集中曲げモーメントを作用させた場合の解析値と実験値はよく整合しました。
- 3) 暫定の方針として、実験(解析)の値に安全率を考慮した有効幅を決定し設計することしました。

今後の課題として、他駅に適用するために、片持ち床版の長さや厚み、配筋状況、構造物目地との縁端距離などによって、応力がどのように変化するかを解析によりシミュレーションする必要があると考えています。また、シミュレーション結果をもとに、集中曲げモーメントが作用する場合の片持ち床版の設計方法を整理し、設計の標準化を行い、コストダウンと工期短縮を実現したいと考えています。

【参考文献】

- 1) 西日本旅客鉄道株式会社：土木建造物設計施工標準 I 共通編 旅客・保守施設等の設計、2017.3