

プラスチック製ブロックを用いたプレキャスト構造の検討（その2）

(株)シュテルケ 正会員 〇坂田 英輝 東日本旅客鉄道(株) 正会員 井口 重信
 (株)シュテルケ 正会員 金井 眞 東日本旅客鉄道(株) 正会員 石田 将貴
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 中嶋 道雄 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 渡邊 武志

1. はじめに

土木情報学委員会 三次元モデルを活用した建設生産性向上研究小委員会では、プレキャスト化促進のための課題抽出および提言を目的に活動を行っている。その活動の一つとして、レゴブロックのように簡単に組立可能なブロック状の部材を組み合わせたプレキャスト構造の適用を検討している。本稿では、その一環として、レゴブロックを用いて単純梁を作成し、ブロックの積み方などにより耐力、耐力機構に与える違いについて行った実験の解析的検討の内容について述べる。なお、本検討では、レゴブロックを用いたプレキャスト構造の検討（その1）における、Case2 および Case7 を対象に実施した。

2. 要素試験

解析に先立ちレゴブロックの圧縮、引張、およびせん断の要素試験を実施した（図-1）。圧縮試験については下側ブロックに上側ブロックを押し込む際の、引張試験については、下側ブロックから上側ブロックを引き抜く際の、せん断試験については3つのブロックのうち中央のブロックをせん断方向に押し抜く際の荷重と変位の関係から、傾きを算出した。複数試験体に対し複数回実施し、それらの平均値を用いて、解析モデルに用いるバネ定数として設定した。

3. モデル化

ブロックは1メッシュ 8 プリミティブの板要素とした。板厚をレゴブロック側面の板厚の1.24mmの2倍の2.48mmとし（最上段はその2倍）、材料特性はほぼ剛体と仮定した。ブロック同士の間には0.2mmの隙間を設定し、鉛直方向（引張・圧縮）、水平方向（せん断）に、要素試験から得られたバネ定数を持つバイリニア型の非線形バネ要素を設けた（図-2）。ブロックの隅角部にはブロック同士が接触した際に圧縮力のみを伝達させるGAP要素を設置した（図-3）。支点部の境界条件はピン支持とし、荷重は実測したブロック自重を載荷後、中央に荷重増分で載荷させた。

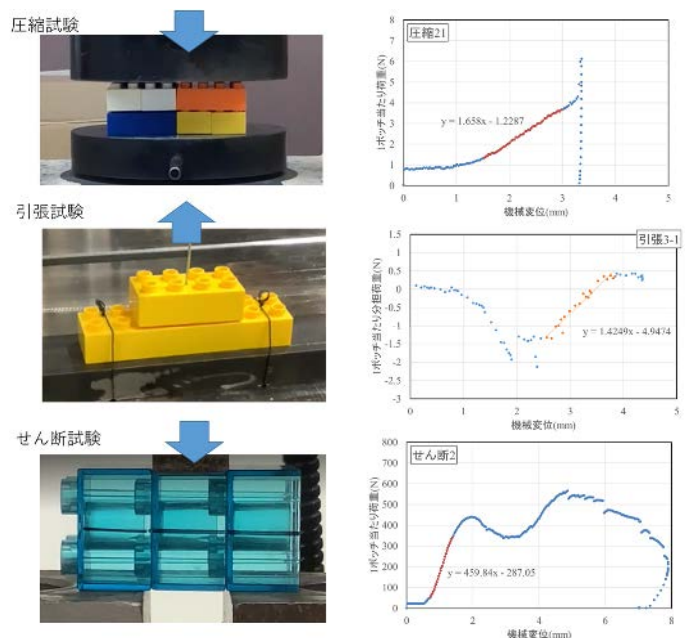


図-1 要素試験状況と荷重－変位関係の例

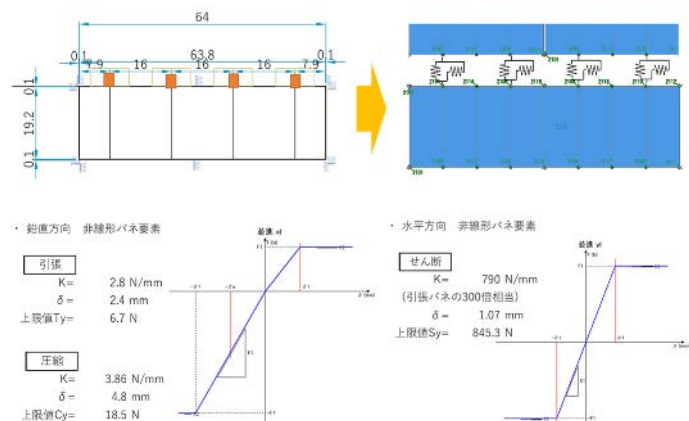


図-2 モデル化の概要

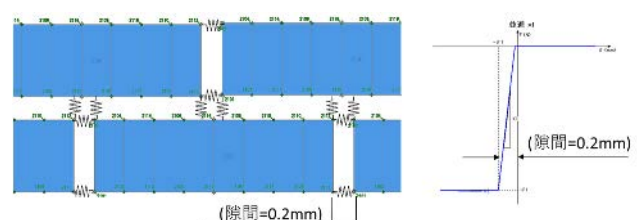


図-3 GAP 要素

キーワード プレキャスト, 接合方法, 室内載荷実験, FEM 解析

連絡先 〒120-0036 東京都足立区千住仲町2番3号ハマノ第1ビル6階 E-mail: e-sakata@starke.co.jp

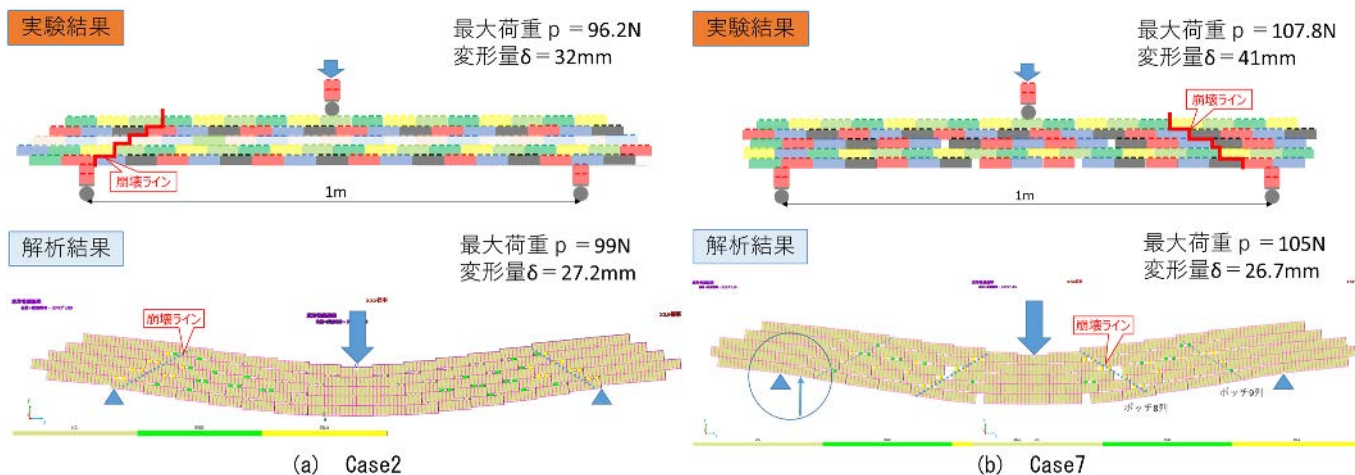


図-4 実験結果と解析結果の比較

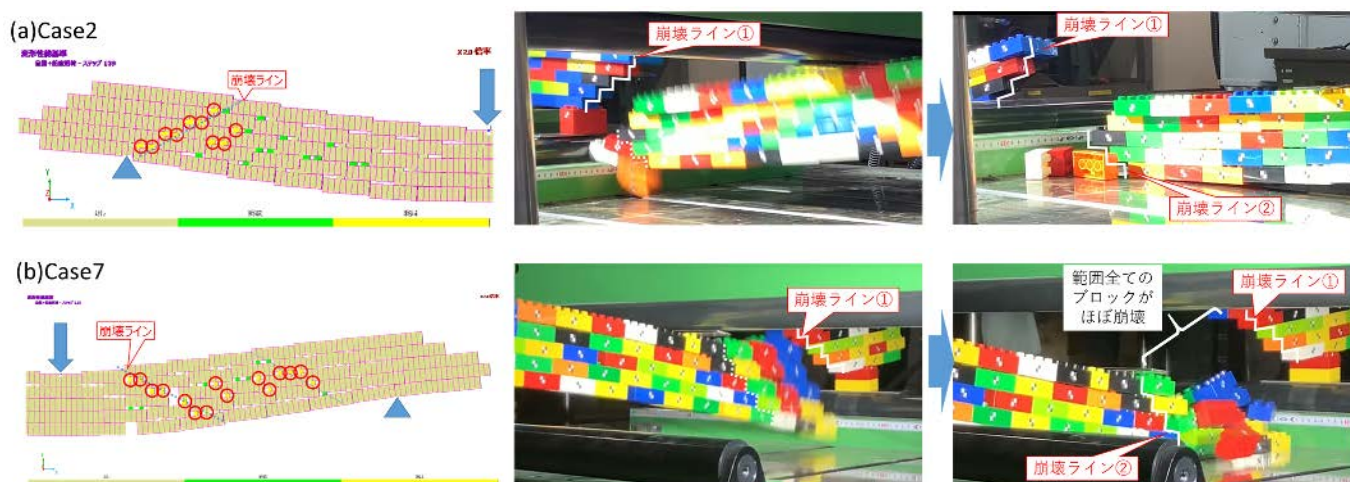


図-5 崩壊直後の状況（再検証）

4. 解析結果と実験結果の比較

図-4 に最大荷重時の変形形状と崩壊ライン、最大変位等を示す。実験結果の黄緑色のバネ要素はバネ要素が降伏を、黄色のバネ要素はバネ要素が負担できる荷重の限界に達したことを示す。Case2 では最大荷重と最大荷重時変位とともに、崩壊ラインも実験結果と整合する結果となった。黄色のバネに隣接するブロックでも黄緑色のバネ要素が見られ、実験中に見られた2段目と3段目、3段目と4段目の境の目開きの状況も再現が出来ていた。Case7 では最大荷重と最大荷重時変位は実験結果とよく整合する結果となったが、崩壊ラインについては実験結果と異なった。解析結果では、実験結果の崩壊ラインより3ブロック内側のブロックに隙間を設けた位置が崩壊ラインとなった。

5. 崩壊直後の状況の差異検証

図-5 に崩壊中のコマ送り動画の一部を示す。Case2 では主たる崩壊ラインは①であったが、下縁より3段目から下側にも続くラインにもブロックが離れたラインは続いており、解析結果においてバネ要素が黄色となった一致とほぼ整合する。Case7 についても崩壊ラインは最終的な崩壊ライン①よりも3ブロック内側までの位置にも存在しており（崩壊ライン②）、崩壊ライン①と②の間の3列分のブロックについては、ほぼすべてのブロックが隣接するブロックと離散しており、崩壊寸前であったことが確認できた。この結果は解析結果とほぼ一致しており、解析結果の精度が高いことを裏付けていた。

6. おわりに

レゴブロックの梁載荷試験を二次元 FEM 解析により再現解析を行った結果、実験結果を良く再現できるとともに、崩壊直前・直後のブロック間の接合状況を精度高く推定することができた。