

道路橋の変位を抑制するためのコンクリート構造物の衝撃載荷実験

(研究期間：令和7年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室長
(博士(工学)) 白戸 真大

主任研究官 今城 由貴

研究員 西森 聖人

(キーワード) 衝撃載荷実験、変位抑制構造、続発地震



1.

国土を強化し、国民のいのちと暮らしをまもる研究

1. 背景と目的

大規模な地震において、橋桁を支える支承の変形が過大にならないように、または、支承が破壊したとしても橋脚や橋台から橋げたが脱落下しにくいように、多くの道路橋で対策がされている。対策の一つに、橋脚・橋台上にコンクリートや鋼製の突起を設置する方法がある。写真-1に示すように、令和6年能登半島地震ではこれらの突起の中には実際に機能したのも見られ、損傷しながらも移動してくる橋桁の落下を防ぐ役割を果たしている¹⁾。

一方で、写真-1のような損傷が生じると、その後の地震動に対して橋桁の移動を拘束する能力が低下してしまう。そのため、今後対策を行うときには、できるならば、橋げたが脱落下しないようにすることに留まらず、能力を低下させない工夫の余地がある。

そこで、国総研では、産学での技術開発を促進させるために、突起の性能を評価するための標準となり得る試験方法を確立し得るかどうか、研究を進めることにした。

2. 研究概要

令和7年度の研究は、鉄筋コンクリート構造の大型模型を用いた動的載荷実験と3次元動的非線形解析からなる。

実験装置と供試体を写真-2に示す。供試体は鉄筋コンクリート構造で、マッシブな躯体と突起からなる。写真-2に示すように、突起を躯体端部付近に設置したものをケースA、躯体中央に設置したものをケースBという。突起の平面寸法は550mm×500mm、高さは450mmであり、実際の様々な寸法の突起の1/3～同程度のスケールに相当する。

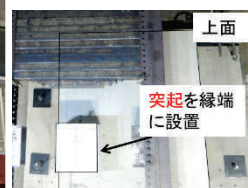
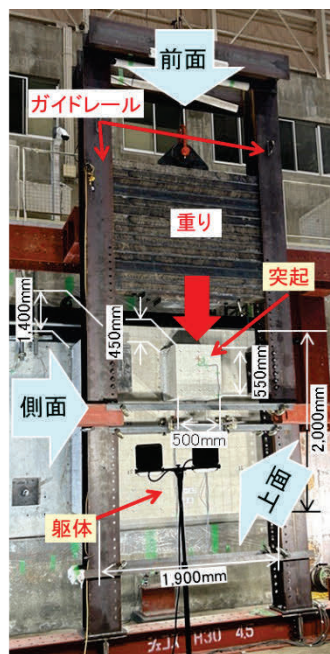


(a) 突起取付部が損傷した事例

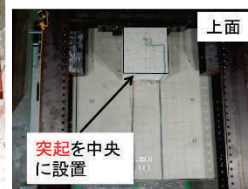


(b) 突起が損傷した事例

写真-1 コンクリート突起の損傷



ケースA



ケースB

写真-2 実験装置と供試体

実験では、橋桁を衝突させる代わりに、鋼製の錘をガイドレールに沿って落下させる。落下高さは基本的に、衝突時の速度が3.0m/s程度となるように、0.46mとした。これは、地震動の速度応答スペクトルの強度についての既往の研究や過去に国総研が行ったいくつかの橋の動的解析結果を参考に決めたものである。また、錘の重量は約5.6tとした。これは写真-1のような突起の損傷例を複数収集し、破壊面を仮定し、破壊により吸収されたであろうエネルギー

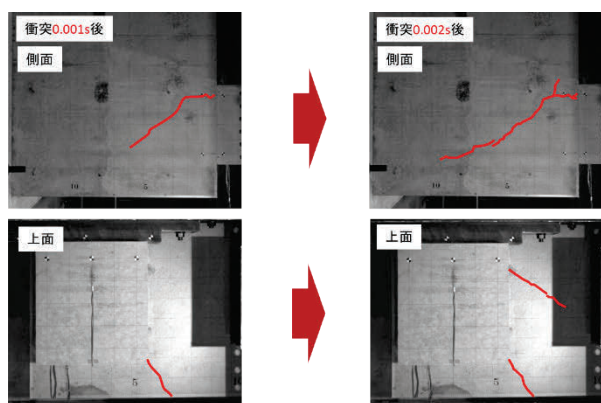


写真-3 破壊の進展状況（ケースA）

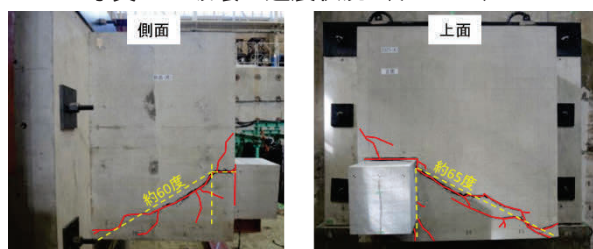


写真-4 破壊面（ケースA）

吸収量を大まかに見積もった結果である約1万Jを超えるように安全側に決めたものである。衝突させても損傷が見られない場合には落下回数を増加させて、試験を繰り返す。

写真-3に、ケースA（突起を躯体縁端に設置したケース）での破壊の進展状況を示す。写真に時間表示をしているとおり、破壊の進展は1/1000秒単位で起きている。また、写真-4に、最終的に供試体に発達した破壊面を示す。実験では、突起の定着部（躯体側）にて破壊面が発達している。実際の橋でも、写真-1(a)に例を示すとおり、突起の定着部が破壊した例も見られている。

弾性論で考えると応力は突起端部から45度方向に分散されると考えられるが、実験では、写真-3に示すように、躯体上面の配筋に沿って破壊が進行し、最終的に、写真-4に示すように、破壊面は約60度に広がった。図に、非線形の動的数値解析により、実験のシミュレーションをした結果を示す。突起や躯体はソリッド要素でモデル化している。赤色に近い部分が、主応力が大きい領域である。数値解析でも、ある程度、破壊の進行や形態が模擬できるようである。ただし、実験と異なり、側面では、突起から下45度方向にひび割れが伸びていくなど実験結果との

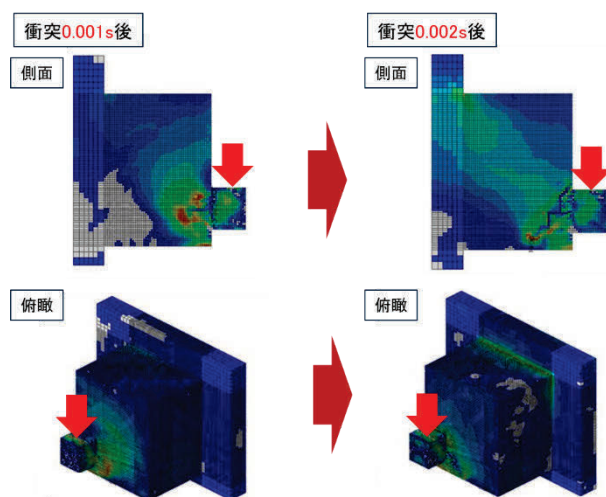


図 数値シミュレーション結果（ケースA）

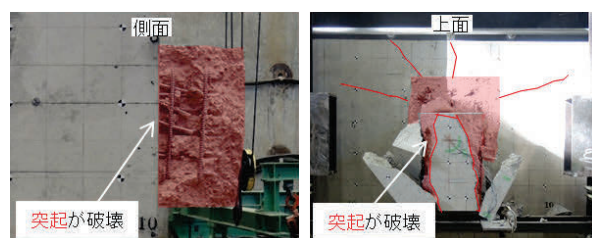


写真-5 破壊面（ケースB）

相違が見られ、今後、詳細な分析が必要である。

突起を躯体中央に設置したケースBの実験終了後の状態を写真-5に示す。ケースAとは異なり、突起部本体に損傷が集中した。実際の橋でも、図(b)のとおり、突起本体が損傷している例が見られている。

3. 今後の展望

今回の実験の方法は、複数の破壊形態が再現されている点で、突起の性能を評価するための標準試験案のベースにできる可能性がある。一方で、落下高さや重さなどの初期値の設定方法、実験での境界条件の処理方法については、検討の余地がある。産学や道路管理者にこれらの知見を共有し、性能検証方法としての確立、試験法やシミュレーションを活用した新たなアイデアの導入に結び付けていきたい。

参考文献

- 1) 国総研資料第1320号：令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告

<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1320.htm>

参考動画) 国総研YouTubeチャンネル

<https://youtu.be/F5SdcQgCC6c>