

2016 年熊本地震における扇の坂橋の上部構造と変位制限構造の衝突に関する有限要素解析

九州大学大学院 学生会員 ガンフー フレルバートル 九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀
九州大学大学院 正会員 松田 泰治 九州大学大学院 学生会員 朝廣 祐介

1. はじめに

2016 年熊本地震において、震度 7 クラスの地震が 2 度発生し、多くの構造物や交通インフラ施設に被害が発生した。扇の坂橋は布田川断層に平行して走る県道 28 号線の俵山バイパスに架設された橋梁であり、写真-1 のように A1 橋台の曲線外側の変位制限構造のみせん断破壊が確認されている¹⁾。本研究では、扇の坂橋の数値モデルを用意し、橋台躯体を含めた変位制限構造の損傷の進展について考察を行うことを目的とする。



写真-1 変位制限構造の損傷状況

2. 解析概要

解析は、有限要素法に基づくコンクリート系構造を対象とした解析プログラム FINAL²⁾を用いて行った。本研究では、変位制限構造にせん断破壊が生じた A1 橋台を対象としている。解析モデルを図-1 に示す。解析モデルは、ウイング、パラペット、フーチングは取り除き橋台堅壁と変位制限構造により構成されている。なお、実際の A1 橋台には変位制限構造が 2 個設置されているが、曲線外側の変位制限構造のみモデル化を行っている。表-1 にコンクリートと鉄筋の材料物性値および変位制限構造に対する設計地震力を示す。荷重方法については、荷重載荷位置は橋軸直角方向に対して、図-2 の赤色の要素中の各節点に強制変位を与えた。赤色の要素は、上部構造に設置してあるブラケットの緩衝材が変位制限構造と接触する箇所である。また、荷重 1step あたり 0.05mm ずつ漸増的に荷重を行った。

表-1 材料物性値および設計地震力

(1) コンクリート

弾性係数	$2.3 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
設計基準強度(圧縮)	24 N/mm^2
許容せん断応力度	0.35 N/mm^2

(2) 鉄筋

使用鉄筋	SD345
弾性係数	$2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

(3) 設計地震力

設計地震力	478kN
-------	-------

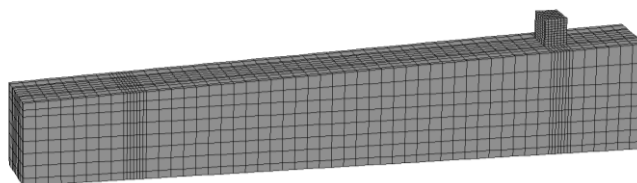


図-1 解析モデル

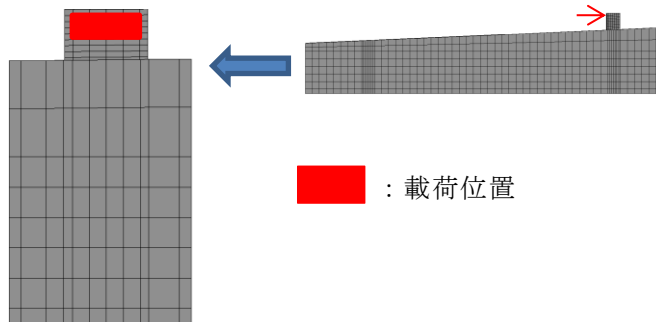


図-2 荷重載荷位置

キーワード 変位制限構造, 橋台, ひび割れ

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL092-802-3374

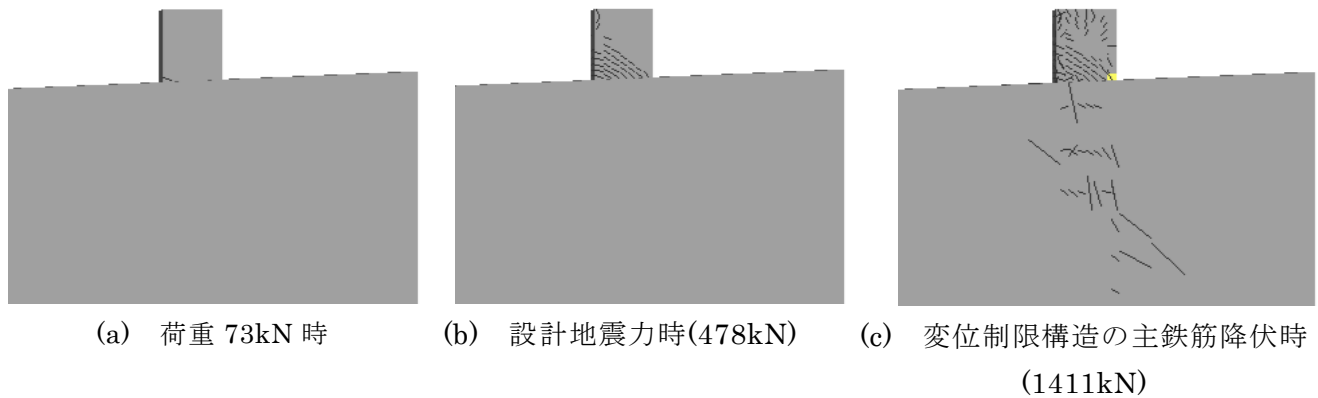


図-3 橋台躯体および変位制限構造の損傷図

3. 解析結果

橋台躯体および変位制限構造の損傷図を図-3 に示す。図-3 の結果より、荷重が 73kN の時に変位制限構造の基部でひび割れが発生した(図-3(a))。その後、設計地震力時には、載荷点から斜め方向に変位制限構造本体にひび割れが増加していることがわかる(図-3 (b))。また、設計地震力時には、橋台躯体にはひび割れ等の損傷はほとんど生じていないことがわかる。実際の扇の坂橋の変位制限構造の損傷状況と比較すると、設計地震力時には、変位制限構造の損傷の方向についてはほぼ同様となっていることがわかる。また、橋台躯体にはほとんど損傷が生じていない点についても同様である。続いて、荷重が 1247kN の時に変位制限構造基部のコンクリートに軟化が生じ、荷重が 1411kN 時に変位制限構造の主鉄筋が降伏した。変位制限構造の主鉄筋が降伏した時には、変位制限構造のひび割れ領域が拡大する他、橋台躯体にもひび割れが増加していることがわかる(図-3 (c))。また、実際の被害状況からブラケットの緩衝材の変形量を算出し、変位制限構造に作用した荷重を推定すると、約 530kN となることがわかった。荷重 530kN 時の解析結果と写真-1 の被害状況を比較すると、変位制限構造に生じたひび割れの方向は一致していることがわかる。また、荷重 530kN 時には、解析では、橋台躯体に損傷は発生しておらず、この点についても、実被害状況と同様である。

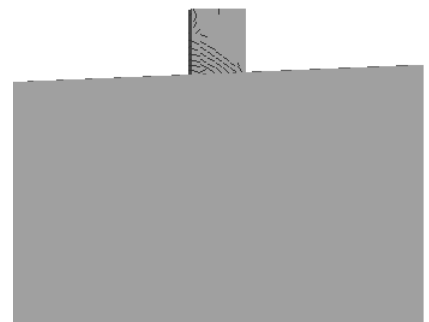


図-4 荷重 530kN 時の損傷図

4. 結論

変位制限構造が損傷した扇の坂橋を対象として静的載荷解析を実施し、橋台躯体を含めた変位制限構造の損傷形態や損傷の進展について考察を行った。その結果、設計地震力(荷重 478kN)時には、変位制限構造本体には、載荷点から斜め方向に変位制限構造本体にひび割れが増加し、橋台躯体にはひび割れ等の損傷は生じないことがわかった。変位制限構造の主鉄筋降伏は荷重が 1411kN に発生し、変位制限構造のひび割れ範囲が拡大する他、橋台躯体にひび割れが生じた。また、扇の坂橋では変位制限構造に設計地震力よりも大きな荷重が作用した可能性が考えられ、この時の解析結果と被害状況を比較すると、変位制限構造に生じたひび割れの方向と橋台躯体に損傷が生じていない点においてほぼ等しくなることがわかった。

参考文献

- 1) 一二三諒, 葛西昭, 大森貴行, 江山栄一: 2016 年熊本地震における扇の坂橋の被害分析, 第 4 回九州橋梁・構造工学研究会シンポジウム(2016 年 12 月)
- 2) 株式会社大林組: コンクリート系構造の三次元非線形解析技術 FINAL

https://www.obayashi.co.jp/service_and_technology/related/tech_d061(2017 年 8 月 1 日閲覧)

謝辞: 本研究にあたり一般社団法人九州地域づくり協会に助成頂きました。また、熊本県には橋梁図面の提供など大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。