

熊本地震による SI 値と道路・橋梁被害の関係性

中央大学 学生会員 ○外館 麻里佳
中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

2016 年 4 月 16 日には熊本地震が発生した。熊本地震は 2016 年 4 月 14 日に前震が発生し、2 日後に本震が発生した。どちらも震度 7 級の揺れを観測したため、構造物に大きな影響をもたらした。この一連の地震は布田川断層帯、日奈久断層帯の付近で発生した。

本研究では、強震記録から SI 値を求め、橋梁を対象構造物とし、被害の大きさが地形とどのように関係していたのかの検討を行う。また、地震による被害があった道路周辺の橋梁の SI 値を求め関係性を検討することを目的とする。

2. 対象構造物

本研究では、熊本地震で被害にあった橋梁を対象構造物とする。被害にあった橋梁は落橋した橋梁だけでなく盛土の崩壊や沈下、橋下桁の移動、周辺の斜面崩壊による橋梁の基礎部への影響があった橋梁も対象とする。また、道路被害のあった路線にある橋梁または被害地点周辺の橋梁も対象とし、SI 値を求めていく。

3. 地震力

(1) SI 値

本研究での減衰定数は 5% とする。ある程度剛性の高い構造物では、主要な周期は大体 0.1sec から 2.5sec の間にあるものと考え、この間のエネルギーの総量を表す積分値式(1)より SI 値を求める。

$$SI = \frac{1}{2.4} \int_{0.1}^{2.5} S_v(h, t) dt \quad (1)$$

S_v : 速度応答スペクトル[kine]

h : 減衰定数[%]

t : 周期[sec]

橋梁地点における SI 値は、最大 50km 以内かつ 5 点の観測地点における SI 値を用いて式(2)より求める。

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{SI_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i}} \quad (2)$$

SI_i : 観測地点の SI 値[kine]

d_i : 観測地点から橋梁までの距離[km]

(2) SI 値算出方法

2016 年 4 月 16 日 1 時 25 分発生、震源深さ 12km、マグニチュード 7.3 の熊本地震の本震を対象にする。SI 値の算出は、強震観測網¹⁾ (K-NET/KiK-net) で記録された熊本県 34 地点の強震データを使用し、強震観測網で公開されている強震記録を表示・解析するための GUI ツールである SMDA2 (Strong Motion Data Analysis) を用いる。

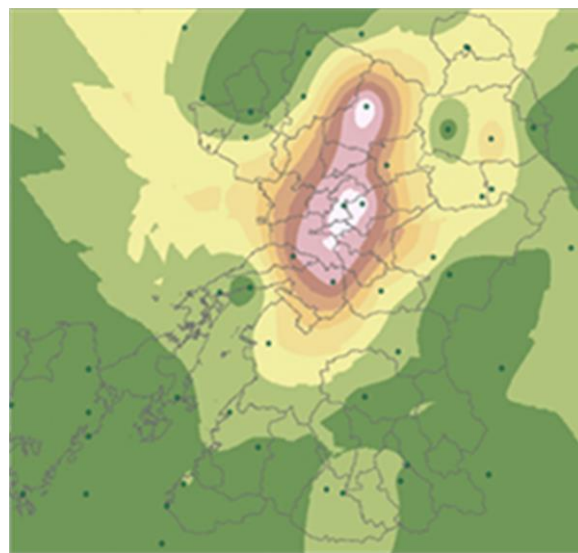
4. SI 値算出結果

強震観測網で公開されている強震記録を用いて、熊

表-1 観測地点の SI 値

K-NET		KiK-net	
観測地名	SI値	観測地名	SI値
熊本	130.852	菊池	150.658
宇土	111.551	益城	139.204
大津	76.325	豊野	118.512
一の宮	73.390	小国	45.446
矢部	49.382	白水	39.761
八代	44.890	泉	20.573
砥用	44.551	人吉	17.449
小国	39.418	新和	15.675
高森	34.312	上	14.404
玉名	31.120	鹿北	12.359
田浦	28.638	水俣	10.404
山鹿	27.239	芦北	9.959
人吉	24.373		
三角	23.178		
水俣	16.262		
多良木	15.851		
五木	9.337		
天草	6.984		
牛深	6.439		
新和	6.366		
龍ヶ岳	5.043		
本渡	3.976		

図-1 SI 値コンター図



本県 34 地点の SI 値を算出した。結果を表-1 に示す。GIS を用いて熊本県内の SI 値のコンター図を作成したものを図-1 に示す。これらの数値を用いて式(2)よ

キーワード 熊本地震 SI 値 道路被害

連絡先 〒112-8511 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科設計工学研究室 TEL03-3817-1816

り橋梁地点の SI 値を求める。熊本県内の橋梁の SI 値を算出した。算出した結果の一部を表-2 に示す。

橋梁地点の SI 値の算出結果より、被害の大きかった阿蘇大橋の SI 値よりも値が大きくなっている橋梁もみられた。これより周辺の地形や地質との関わりが大きいと考えられ、被害が大きかったからといって SI 値が大きくなるわけではないことが分かる。

5. 阿蘇大橋への被害要因

阿蘇大橋は、熊本県阿蘇郡南阿蘇村立野と南阿蘇村河陽黒川の国道 325 号をまたぐところに架橋されていた。阿蘇大橋周辺のボーリング調査²⁾より、西側は火山灰が堆積していることがわかる。火山灰のため軟弱であり、斜面沿いのため崩壊しやすい。以上の要因で阿蘇大橋は崩壊に至ってしまったと考えられる。

6. 道路被害

南阿蘇村は熊本市などの都市に向かう主要 3 路線であった阿蘇大橋、阿蘇長陽大橋、俵山トンネルが通行できなくなり、孤立した。迂回路として県道北外輪山大津線を整備し二日後に通行可能となった。通行不可能となった橋梁によって生活に不自由が生じている。

高速道路では橋梁や跨道橋で損傷や落橋が発生し通行止め、一般道では斜面崩壊や盛土の崩壊、落石などによって通行止めが発生している。一般道路では斜面崩壊や落石・岩盤崩壊で通行止めになった。

非常災害対策本部³⁾によると熊本県内の補助国道のうち、未だに通行止めが解除されていないのが 3 区間あり解除済みが 15 区間ある。路線にある橋梁、または地点名周辺の橋梁の SI 値を求めた。重複している区間を含め、10 区間の値を表-3 に示す。

熊本県防災情報ホームページ⁴⁾によると熊本県内の県道のうち、全面通行止めが 23 箇所あり片側通行止めが 25 箇所、大型車通行止めが 5 箇所ある。SI 値が小さくても通行止めになっている路線もあることがわかった。路線にある橋梁、または地点名周辺の橋梁の SI 値を求めた。結果を表-4 に示す。

7. おわりに

今後の課題として道路被害によって必要となった迂回路の確保や孤立集落との関係も検討する。被害のあった橋梁は周辺の土砂災害や地形、地盤などの要因との関係も強いと考えられるため、それらのデータからも SI 値との関係性をみていく。

当研究室では 2011 年に発生した東日本大震災時の東北各地の SI 値の推定値と橋梁被害率の関係性から道路ネットワークの信頼性を評価する先行研究を大沢⁴⁾が行っており、耐震補強が先行していたことが櫛の歯作戦の成功を支えたことを示している。本研究の結果こうした先行研究と比べても異なっており、海溝型地震と活断層型直下地震の違いを表しているものと思われる。

参考文献・出典

- 1) 防災科学技術研究所：強震観測 (K-NET/KiK-net)
- 2) (一社) 全国地質調査業協会連合会：平成 28 年 (2016 年) 熊本地震 復興支援 ボーリング 柱状図 緊急公開

表-2

橋梁地点の SI 値

橋梁名	地点名	SI値	被害の有無
高瀬大橋	熊本県玉名市	56.155	なし
菊池川橋	熊本県玉名郡和水町	37.528	なし
天門橋	熊本県上天草市	38.024	なし
花園橋	熊本県宇土市	111.521	なし
詫麻跨道橋	熊本県熊本市	124.304	なし
金山橋	熊本県荒尾市	33.051	なし
新年称橋	熊本県下益城郡美里町	71.505	なし
阿房橋	熊本県天草市	9.837	なし
山須橋	熊本県宇城市	83.924	なし
新木山橋	熊本県益城町	130.245	あり
養野橋	熊本県人吉市	21.754	なし
新久木野橋	熊本県水俣市	11.974	なし
新松原橋	熊本県天草郡苓北町	6.967	なし
水島橋	熊本県山鹿市	68.875	なし
飛熊橋	熊本県菊池市	111.199	なし
上井手川橋	熊本県菊池郡大津町	95.044	なし
阿蘇大橋	熊本県阿蘇郡南阿蘇村	50.786	あり
江良橋	熊本県合志市	106.095	なし
葉桜橋	熊本県八代市	27.140	なし
川辺大橋	熊本県球磨郡相良村	19.337	なし
桑鶴大橋	熊本県西原村	68.445	あり

表-3

国道にある橋梁の SI 値

路線名	地点名	橋梁名	SI値
国道325号	南阿蘇村河陽	阿蘇大橋	70.580
国道445号	御船町下鶴	下鶴橋	99.365
国道218号	宇城市豊野町	新年称橋	71.505
国道387号	菊池市原	菊池川橋	37.528
国道325号	大津町津	上井手川橋	95.044
国道266号	熊本市東区画図町	大井手橋	121.489
国道212号	小国町杖立	新はげ川橋	35.287
国道443号	益城町寺迫	畑中橋	131.566
国道325号	阿蘇郡高森町	新高見橋	23.450
国道325号	南阿蘇村河陽	鐘ヶ淵橋	25.530

表-4

県道にある橋梁の SI 値

路線名	地点名	橋梁名	SI値
県道32号	甲佐町府領	緑川橋	15.598
県道153号	山都町小峰	下引地橋	39.939
県道220号	甲佐町	西原橋	23.787
県道28号	益城町木山交差点	木山橋	131.444
県道45号	菊池市原	豊潤橋	18.369
県道207号	立野	内牧橋	42.226
県道111号	阿蘇山頂広場	皆瀬川橋	24.085
県道298号	南阿蘇村河陽	赤瀬橋	50.571
県道149号	阿蘇市の石	内牧橋	42.226
県道175号	阿蘇市甲賀	内牧橋	42.226
県道149号	南阿蘇村下野	赤瀬橋	50.571
県道149号	南阿蘇村河陽	赤瀬橋	50.571
県道338号	八代市鏡町北新地	八代大橋	14.317

3) 内閣府：非常災害対策本部

4) 熊本県防災情報ホームページ：災害に伴う道路情報 (平成 29 年 1 月 8 日)

5) 大澤寧子：地震時の道路橋被害を想定した道路ネットワークの信頼性評価, 土木学会関東支部, 2012 年