

Ⅲ-28 芸予地震におけるR317号の落石発生の検証

(株)芙蓉調査設計事務所 正会員 須賀 幸一

1. はじめに

2000年3月24日に発生した芸予地震は、愛媛県にも震度5強の地震動をもたらし、多くの建物や構造物に被害を生じるとともに、液状化や斜面崩壊などの地盤災害も発生した。愛媛県下で記録された水平最大加速度の記録は、東予462gal(K-net)、松山313gal(〃)など、300～400galを越えるものであった。従来、土木構造物や斜面安定の設計に用いられる設計水平震度と、水平最大加速度との関係は明確にはされていないが、道路土工指針¹⁾などによると、概ね地表面加速度200gal前後が中規模地震動対応の設計用震度に、500gal～800galが大規模地震動対応の設計震度に相当するとされている。その意味では、今回の芸予地震は、設計で想定している中規模地震動と大規模地震動の境界付近の地震と言えるかもしれない。このような規模の地震に対して、土木構造物や斜面等がどのような被害を受けたかを収集し、検証しておくことは、今後、発生が予想される南海地震や、中央構造線系活断層などを対象とした地震防災体制への具体的な資料として重要であろう。

2. 芸予地震における落石の発生

地震において落石や斜面崩壊が発生することは、よく知られている。芸予地震においても、斜面崩壊や落石の報告²⁾がなされている。図-1及び表-1に国道317号周辺で発生した地震時の落石箇所(9箇所)を示す。この地域は領家帯に属する花崗岩地帯であり、比較的低い斜面からの落石の他に、道路面より30m、50mあるいは70m近い上方の花崗岩露頭部から落石が発生し、斜面を跳躍しながら落石防護柵を直撃し停止しているケースや、防護柵を跳び越えて道路面、更には平行する河川に転落しているケース³⁾などが報告されている。

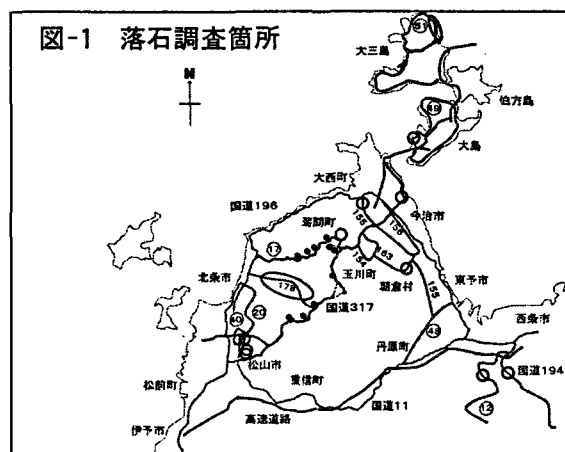


表-1 落石調査箇所数と防災点検箇所数

路線名	区間	1次点検箇所	落石箇所
R319	松山市玉谷町～水ヶ峠トンネル	72	4
	水ヶ峠トンネル～玉川町竜岡	6	1
北条玉川線	玉川町竜岡～笹ヶ峠	14	2
	笹ヶ峠～北条市中村	20	2
合計		112	9

3. 地震時の安定性評価

地震時の落石の発生を評価する手法の一つとして、道路防災点検⁴⁾による安定度評価がある。落石・崩壊に対しては、次の箇所を点検対象としている。①高さ15m以上ののり面・自然斜面、または勾配45°以上の自然斜面、②表層に浮石、転石が存在する箇所、③崩壊性の土質、岩質、構造の箇所、④既設対策工が老朽化している、または、対策工の効果を点検する必要がある箇所など。

このような箇所について、安定度調査票を作成し、要因と対策工、履歴等より安定性について点数化し判定するようになっている。これは、主として降雨時の安定性について検討したものであり、地震時の安定性に関しては、地形が「尾根先端など凸状斜面」、「オーバーハング」の場合、または、「浮石・転石が不安定な場合」に、地震時に「不安定」と判定している。

今回、R317号周辺における道路防災点検の資料を用いて、この道路防災点検の評価項目と芸予地震により落石が発生した箇所を比較することにより、このような地震時の斜面の安定評価が妥当なものか検証する。

4. 落石の発生箇所と防災点検の評価項目

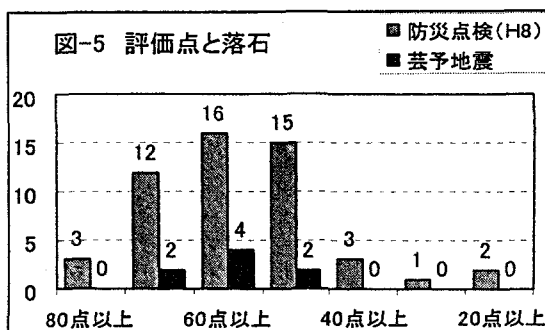
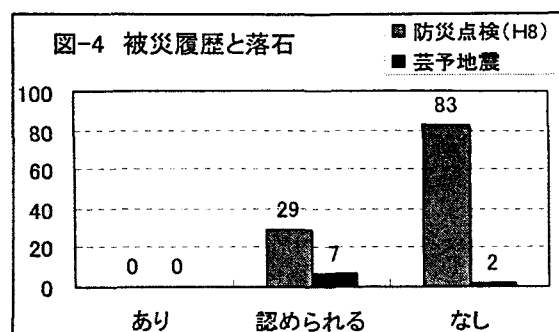
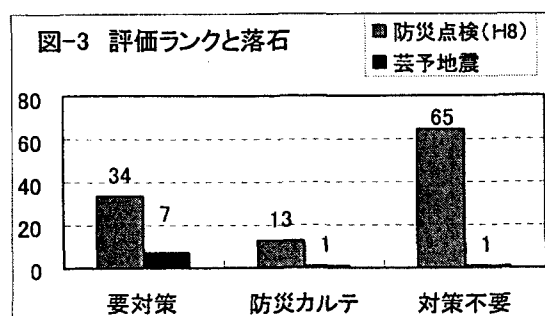
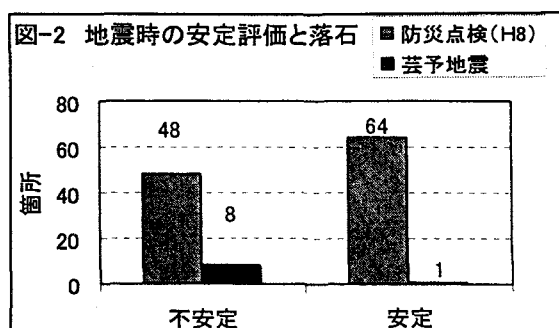
H8年度の道路防災総点検の調査結果一覧表から、関連する112箇所のデータを収集・整理した。この中には1次点検として抽出したが、2次調査は不要として安定度調査票を作成していない箇所も含まれる。

図-2に地震時の安定評価と落石の実績を示す。H8防災点検では、112箇所の点検箇所の内、48箇所が地震時に「不安定」、64箇所が「安定」としていた。不安定箇所48箇所のうち8箇所で落石があり、安定と評価された64箇所のうち1箇所で落石があった。このことから、防災点検で地震時に「不安定」と評価されていた箇所での落石の確率が高いことがわかる。[落石発生率=16.6%]

図-3に防災点検での評価ランク（要対策、カルテ作成、対策不要）における、落石の箇所数を示す。やはり評価ランクの高い「要対策」34箇所で7箇所の落石が発生している。[落石発生率=20.6%]

図-4には、H2年度以降の被災履歴と落石の関係を示す。被災履歴の認められる29箇所に対して、7カ所で落石が発生している。これは極めて高い相関を有する。[落石発生率=24.1%]

図-5に安定度調査票における評価点と落石の実績を示す。評価点は高いほど不安定・対策が必要であることを示す。必ずしも評価点が高いほど落石が多いわけではないが、評価点が50点以上の箇所ではほとんどの落石が発生していることがわかる。[落石発生率=9.3%]



5. まとめ

芸予地震における落石発生と道路防災点検の評価データを比較した。この結果、防災点検における地震時の「不安定」、「安定」の判定は、ほぼ妥当なものと考えられる。更に地震時の落石発生と相関の高い評価項目として、被災履歴[落石発生率=24.1%]や総合評価ランク[落石発生率=20.6%]が着目される。このことは普段から問題のある斜面が地震時に落石や崩壊を生じ、健全な斜面が突然崩壊することが少ないことを示す。今後は、個別の発生箇所の安定度調査の評価項目と、落石発生の相関についても詳しい検討を行い、落石や斜面における地震時の安定性評価に関して、防災点検のデータを有効に利用することが必要である。

参考文献

- (社) 日本道路協会：道路土工のり面工・斜面安定工指針, pp.458-464, 1999.
- (社) 土木学会芸予地震被害調査団：2001年3月24日芸予地震被害調査報告, 2001.
- 愛媛大学：愛媛大学芸予地震学術調査団最終報告書, pp.54-71, 2002.
- (財) 道路保全技術センター：平成8年度道路防災総点検要領[豪雨・豪雪等], pp.30-45, 1996.