

計測震度の比較に基づく高速道路地震計の設置環境調査

千葉大学大学院工学研究科 学生会員 ○大田 肇士
 千葉大学大学院工学研究科 正会員 丸山 喜久, 山崎 文雄
 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 山本 将

1. 研究背景と目的

我が国の高速道路の料金所付近の管理棟には地震計が設置されている¹⁾。しかし、地震計の設置環境の相違によって、ある地震が起こった際に周辺他機関地震計の観測値と比べて、ときに大きな震度や小さな震度が計測されてしまう場合もある。このような現象が頻発すると、地震後の高速道路交通の円滑な管理に支障をきたすことも懸念される。

そこで、本研究は、高速道路に設置されている地震計の周辺で常時微動観測を行い、さらに付近の他機関の地震計の地盤条件と比較検討を行うことで、高速道路のインターチェンジ(IC)における地震計の設置環境基準を検討することを目的とする。

2. NEXCO 地震観測点の揺れやすさ評価

高速道路地震観測点の揺れやすさを、K-NET 観測点の計測震度をもとに構築した距離減衰式と比較することで評価した。図1は、2003年5月26日に発生した宮城県沖の地震におけるK-NET 観測点の計測震度をもとに構築した距離減衰式である。距離減衰式から得られる計測震度がその地震時の平均的な値であるとみなし、NEXCO 観測点の揺れやすさを評価した。

本研究ではこのような検討を14地震について行い、距離減衰式から計測震度が1.0程度以上の差を示しているNEXCO 観測点を抽出し、詳細な検討を行うこととした。

3. NEXCO 観測点と周辺他機関観測点の設置環境の比較

以上のような距離減衰式との比較結果などをもとにして、詳細な検討を要すると思われるNEXCOの地震観測点を12ヶ所選定し、現地にて常時微動観測を行い地盤状況の推定を行った。

図2は、東北自動車道のあるNEXCO 観測点とその近傍の他機関地震計設置地点で常時微動観測を行った地点を表している。この観測点の2003年の宮城県沖の地震での計測震度は、NEXCO が5.1, K-NET が4.2, JMA が3.6であり、NEXCO 観測点は他機関地震計設置地点と比べやや大きな計測震度を記録している。

常時微動観測の結果を用いてH/Vスペクトル比²⁾の比較を行った。図3は、NEXCO 観測点と近傍の

他機関観測点での常時微動のH/Vスペクトル比の比較である。図3から、NEXCOの卓越周期は0.25秒、K-NETは0.15秒と推定できる。JMAはH/Vスペクトル比に明瞭なピークが見られないため、固い地盤であると判断でき、地盤条件がそれぞれ異なることが分かる。またNEXCO 観測点については、原地盤のボーリングデータによるとインピーダンス比が小さく、表層地盤で地震動が増幅されやすい構造となっていた。

4. インターチェンジ内の震動特性の比較

図4は、NEXCO 観測点の敷地内における常時微動観測点である。A点は地震計設置位置近傍、B点は管理棟の外、C点は管理棟が建てられている盛土の下(原地盤)であり、A点とB点、B点とC点で2点同時観測を行っている。A点とB点の常時微動のH/Hスペクトル比(H_A/H_B)は、0秒~0.15秒程度の範囲で1.0を下回っている。この原因としては、A地点は建物内、B地点は建物外であるので、建物基礎などによる入力損失が挙げられる。B点とC点の常時微動のH/Hスペクトル比(H_B/H_C)によると、C地点(盛土下)に対してB地点(盛土上)の振幅比が大きい。このことから、盛土の影響でB地点の揺れがC地点よりも大きくなっていると考えられる。

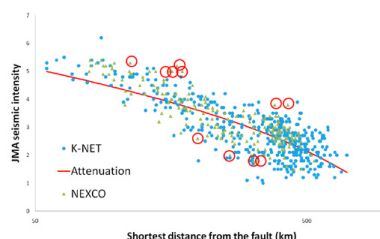


図1 2003年宮城県沖の地震における距離減衰式とNEXCO 観測点の計測震度の比較

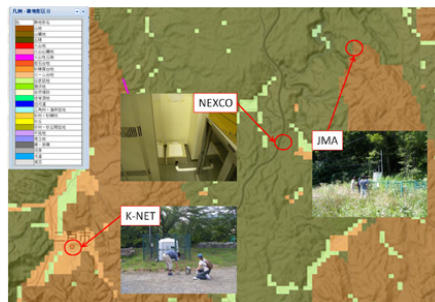


図2 東北自動車道のNEXCO 観測点とその周辺の常時微動観測地点

Key Words: 地震計設置環境, 高速道路, 計測震度

連絡先: 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻 TEL043-290-3555

そこで、常時微動の H/H スペクトル比を 2 点間の近似的な伝達関数とみなし、NEXCO 観測点の盛土下 (C 地点) の計測震度を推定する (図 6)。ここでは、2003 年 5 月 26 日に発生した宮城県沖の地震を対象として、敷地内の A 地点での観測加速度記録から C 地点の計測震度を推定した結果について述べる。なお、A 地点と B 地点の揺れはほぼ等しいものと仮定し計算を行った。

表 1 に、計測震度の観測値 (A 地点) と推定値 (C 地点) を比較する。ここでは近傍の他機関観測値も併せて示している。盛土下である C 地点において、2003 年宮城県沖の地震では計測震度が 0.7 程度小さくなる可能性があることが分かった。これによって、他機関地震観測点で得られている計測震度との差異は小さくなることが分かる。しかしながら、当該 IC 付近の高速道路本線の代表値として、A 地点と C 地点のどちらが適当であるかについては、周辺の地盤データを収集するなどして、詳細な検討を行う必要がある。

5. 高速道路地震計の設置環境基準案

表2は本研究で NEXCO の12観測点について、現地にて常時微動観測を行った結果などを考慮して、気象庁の地震計設置基準³⁾を参考に作成した高速道路地震計の設置環境基準(案)である。高速道路の地震計は料金所付近の管理棟に設置されているが、今回の検討結果のように、管理棟が盛土上に設置されている場合は、IC敷地内の震動特性を詳細に評価する必要がある。さらに、周辺の本線の代表点としてふさわしい場所に地震計を設置する必要がある。このためには、地震計設置位置のボーリングデータと、地震計を設置しているIC等管理施設内及び周辺の高速道路本線のボーリングデータを比較し、代表点としての妥当性を検討する必要がある。

6. まとめ

本研究では、気象庁の地震計設置環境基準を参考にして、高速道路の地震計設置環境基準案を常時微動観測の結果の比較や他機関の地震計設置地点との地盤条件の比較を行うことで作成した。

参考文献

- 1) 丸山喜久, 山崎文雄, 本村均, 浜田達也: 常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動推定法の提案, No. 675/I-55, pp. 261-272, 2001.
- 2) 中村豊: 常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定, 鉄道総研報告, pp. 18-27, 1988.
- 3) 気象庁: 震度計設置環境基準, 2009

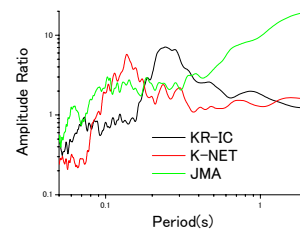


図3 NEXCO 観測点と近傍の他機関地震計における常時微動の H/V スペクトル比の比較

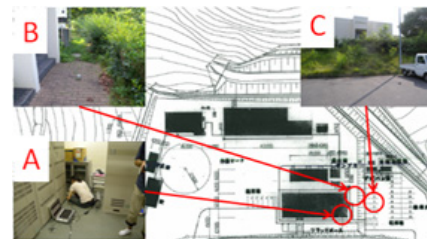


図4 地震計周辺での常時微動観測点

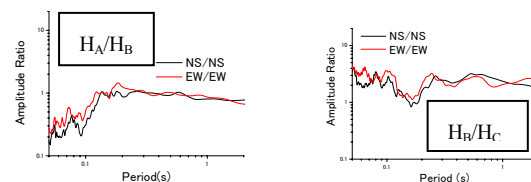


図5 IC敷地内における常時微動のH/Hスペクトル比

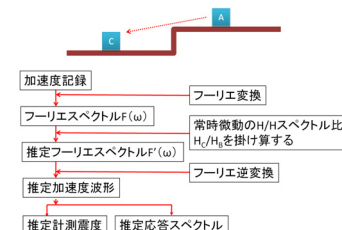


図6 インターチェンジ敷地内の計測震度推定方法
表1 宮城県沖の地震(2003年5月26日)における
NEXCO 観測点周辺の計測震度の比較

観測地点	計測震度
NEXCO A 地点(観測値)	5.2
NEXCO C 地点(推定値)	4.5
K-NET	4.1
JMA	3.6

表 2 高速道路地震計設置環境基準(案)

項目	適切な設置位置にある 設置条件の条件 ^{注1)}	要配慮 ^{注2)}
地盤計 (感震部) を設置して いる建物の 設置位置 について	上部 ・建物内の感震部設置位置は、段差の上端では 上から高さの3倍以上は離れている。 下部 ・建物内の感震部設置位置は、段差の上端から 高さ以上は離れている。	・建物内の感震部設置位置は、段差の上端では 上から高さ1.5倍以上、下端から高さ0.3倍 以上は離れている。
建築物設置位置の 地盤の状態	・感震部設置されている建築物設置位置と、感震部を 設置している道路管理施設内又は高速道路本線と 地盤条件が類似している。	・感震部設置されている建築物設置位置が、感震部 を設置している道路管理施設内又は高速道路本線 と地盤条件が異なる(例えば不明(ポンク)状の 地盤が深い等)。
建築物の構造	・建築物の耐震性が高くなり地震でも倒壊の恐れが 少ない。	・建築物の耐震性が不明。
地盤計 (感震部) を設置して いる建物の 設置位置 の状況等	・台座・設置床面の1階に設置	・低層の建築物1階だけ、下に広さや一定面積など の空間がある。 ・2階以上、地階に設置
台座・設置床面の 状況等	・台座・設置床面は水平及び傾斜も大角度である 強い傾斜がある傾斜面(コンクリート 等)。 ・台座・設置床面直下は透水性に空洞や、地下 シロ、地下埋設物などがある。	・台座・設置床面が傾斜があるが若干なり傾斜の 傾斜が見られる。 ・台座・設置床面直下は透水性による、空洞や地 下シロ、地下埋設物などのある状態がある。
感震部の設置状況	・台座または透水性面(アンカールキ等)で土 と密着されている。 ・感震部が水平に設置されている。	・感震部の設置状況が不明 ・感震部が傾斜している。

注1) 地盤の条件、1階上から2階上までの土質を必ず確認する。

注2) ① 地盤の状態を必ず確認する。② 傾斜の傾斜を必ず確認する。
 ③ これらの項目に当てはまる場合、詳細調査の対象とする。