

常時微動測定による砂質地盤上の道路盛土の増幅特性の評価

盛土, 増幅, 常時微動

愛媛建設コンサルタント	正会員	神野 邦彦
愛媛建設コンサルタント	正会員	田窪 裕一
愛媛大学工学部	国際会員	森 伸一郎
愛媛大学大学院	学生会員	佐伯 嘉隆

1. はじめに

性能設計体系のもとでの盛土構造物の耐震安全性を適切に評価するため、著者らは、現地測定で得られる物性に基づく簡便で合理的な盛土の耐震性評価手法の研究開発に取り組んでいる¹⁾。本論文では、地域特性を考慮した道路盛土の増幅特性を把握する目的で、徳島自動車道の砂質地盤上の盛土を対象に常時微動測定を行い、水平動と上下動のフーリエスペクトル比(以下、H/V スペクトル比という)や水平動スペクトル比(盛土法肩/盛土法尻, 盛土法肩/自由地盤, 盛土法尻/自由地盤)を考察した。

2. 測定対象地点と解析方法

図-1に徳島道における常時微動測定地点の位置図を示す。測定対象区間は徳島自動車道 徳島 I.C. にほど近い KP0.46 から藍住 I.C. を挟んだ KP11.69 までの約 11 km の区間である。この区間のボーリング調査結果によれば、層厚 1~3m の表土の下に沖積層の砂質土層が約 25m から 40m の層厚で堆積している。一部の区間では、砂質土層内に層厚 10~15m の粘性土を挟んでいる。工学的基盤と考えられる N 値 50 以上の洪積砂礫層は深さ 25~40m 以深に位置している。

常時微動測定には 24 チャンネルまで測定できる測定器 GEODAS-12-USB-24ch と、周波数が 0.5~20 Hz で平坦な利得特性を有し、3 成分の感振器が内蔵された速度計 CR4.5-2S (以下、センサーという)を使用した。盛土法肩と盛土法尻の 2 箇所を 1 台の測定器で、自由地盤の 1 箇所をもう 1 台の測定器で 3 箇所同時に測定した。水平 2 成分は盛土軸直角方向と盛土軸方向に定めた。図-2に測定地点 KP1.60 のセンサー設置状況を示す。当該地点の盛土形状は、盛土高さ 6.4m、盛土幅 45.8m、盛土天端幅は 24.4m である。

測定は 0.01 秒間隔でおおよそ 320 秒間行った。各測定地点における常時微動記録の中から通行車両の影響がない比較的振幅が安定しているデータを 11~16 区間(1 区間: 2048 個のデータ)選び出し、基軸補正を施した後、アブレーションを行い、フーリエスペクトルおよび H/V スペクトル比、盛土軸直角方向の水平動のスペクトル比を算出した。平滑化はバンド幅 0.5 Hz で Parzen window を施した。

3. 測定結果と考察

図-3に一例として測定地点 KP1.60 の H/V スペクトル比を示す。自由地盤では、盛土軸直角方向、盛土軸方向ともに H/V スペクトル比に明瞭なピークが見られる。そのピーク値における振動数は 1.56Hz である。このピークは、表層地盤の固有振動数に対応していると考えられる。当該地点付近のボーリング調査結果によれば、工学的基盤相当の洪積砂礫層の深さは 32m である。表層地盤の 1/4 波長則から表層地盤の S 波速度を推測すると、おおよそ $v_s = 200\text{m/s}$ となり、同時に実施した表面波探査から得られた S 波速度構造と概ね一致している。盛土法肩、盛土法尻では、盛土軸直角方向の H/V スペクトル比は自由地盤ほど明瞭ではないが、ピークが見られる。そのピーク値における振動数は自由地盤と同様に 1.56Hz である。盛土軸方向の H/V スペクトル比には明瞭なピークは見られなかった。図-4に測定地点 KP1.60 の水平動スペクトル比(盛土法肩/盛土法尻, 盛土法肩/自由地盤, 盛土法尻/自由地盤)を示す。盛土法肩/盛土法尻では、スペクトル比は総じて 1 以上であり、全ての振動数領域で増幅していることがわかる。3~4Hz にピークが見られ、そのスペクトル比は 2.2 程度である。盛土法肩/自由地盤, 盛土法尻/自由地盤では、似通ったスペクトル比の形状を示しており、2Hz 付近に明瞭なピークが見られる。そのピークに対するスペクトル比は 2 程度である。4~15Hz では小刻みな振幅を呈しながら概ね平坦であり、この平坦部のスペクトル比はおおよそ 0.8~1 である。図-5に 5 地点の盛土法肩/自由地盤の水平



図-1 徳島道における常時微動測定地点の位置図

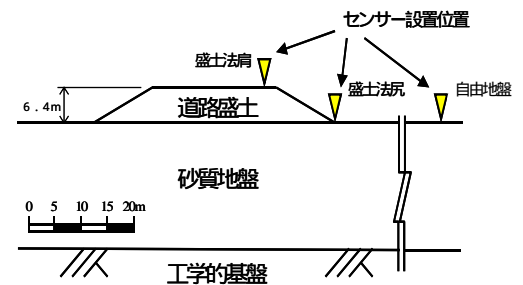


図-2 KP1.60 のセンサー設置状況

Evaluation of amplification through highway embankment on sandy soils by microtremor measurement

K. Kohno (1, Ehime Kensetsu Consultant), Y. Takubo (1), S. Mori (2, Ehime University), Y. Saeki (2)

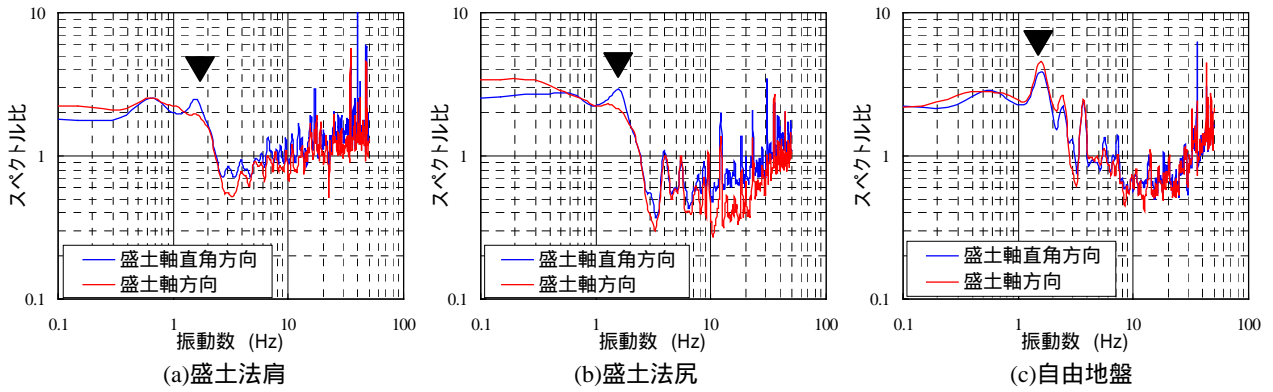


図-3 H/V スペクトル比 (測定地点 KP1.60)

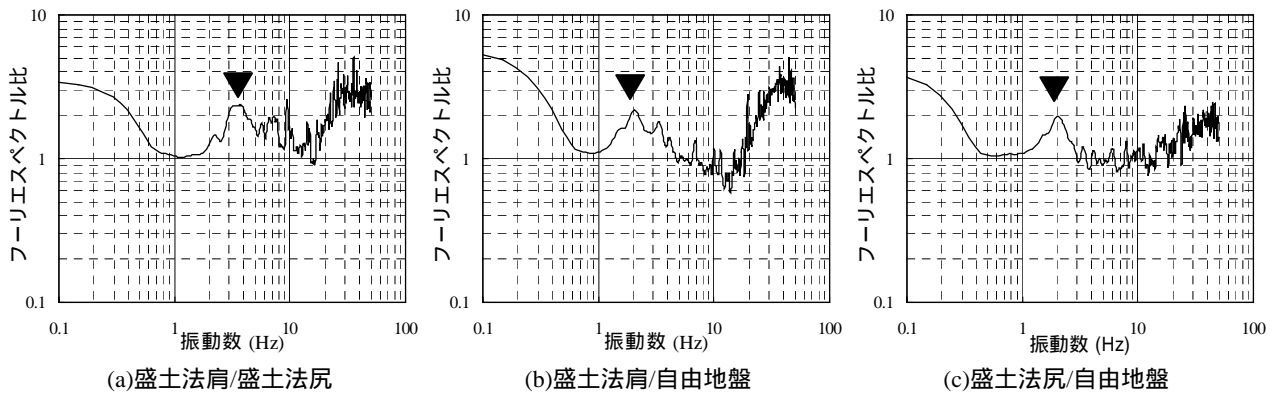


図-4 水平動スペクトル比 (測定地点 KP1.60)

動スペクトル比を示す。1Hzより高振動数の領域では、1.6～2Hzに明瞭なピークが見られた。ピークが現れた後の高振動数側では、測定地点 KP1.18, KP10.56 のように、スペクトル比が 1 を大きく下回るくぼみが見られる場合と、測定地点 KP0.46, KP1.60, KP11.69 に見られるようにスペクトル比が 1 前後で平坦部が現れる場合とがあることがわかった。5 地点の水平動スペクトル比の形状は一部を除いて似通っており、盛土堤体内の増幅を考慮した簡易な形状の増幅スペクトルを設定することが可能であると考えられる。

4. 結論

徳島自動車道の砂質地盤上の盛土を対象に常時微動測定を行った結果、得られた知見は次の通りである。

- (1) H/V スペクトル比から、表層地盤の固有振動数は 1.56Hz 付近である。
- (2) 盛土法肩/盛土法尻では、スペクトル比は総じて 1 以上であり、全ての振動数領域で増幅した。
- (3) 盛土法肩/自由地盤、盛土法尻/自由地盤では、似通ったスペクトル比の形状を示し、1Hzより高振動数の領域では 1.6～2Hz に明瞭なピークが見られた。ピークが現れた後の高振動数側では、スペクトル比が 1 を大きく下回るくぼみが見られる場合とスペクトル比が 1 前後で平坦部が現れる場合とがあることがわかった。
- (4) 盛土法肩/自由地盤の水平動スペクトル比から、盛土堤体内の増幅を考慮した簡易な形状の増幅スペクトルを設定することが可能であると考えられる。

謝 辞

現地での常時微動測定の実施にあたっては、NEXCO 西日本四国支社および徳島管理事務所の関係者、ならびに愛媛大学工学部地震工学研究室の皆様には大変お世話になりました。本研究は、四国建設弘済会の「建設事業に関する技術開発・調査研究」の助成を得て実施したものである。記して謝意を表します。

参考文献 1) 佐伯嘉隆, 森伸一郎: 現場実測に基づく軟弱地盤上の道路盛土の地震動増幅モデルの開発, 第 43 回地盤工学研究発表会 (投稿中)

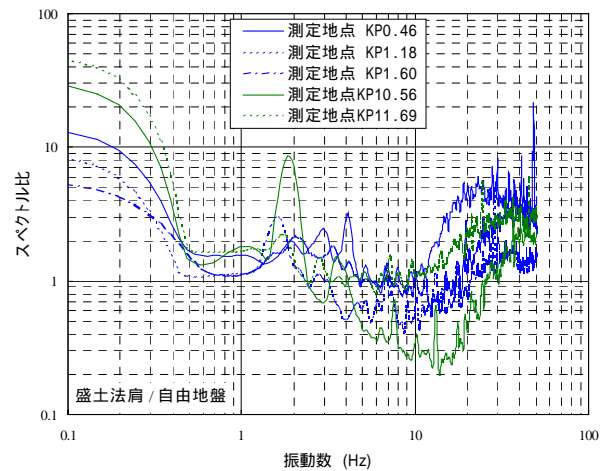


図-5 5 地点の盛土法肩/自由地盤の水平動スペクトル比