

西安地域の古建築物の動的応答特性

東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○車 愛蘭
 東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻 フェロー会員 岩楯 敞広
 東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻 正会員 吉嶺 充俊

東京都立大学地盤工学講座は、西安交通大学建力学院と「中国西部地域の地震応答特性に関する総合研究」を共同研究として、鋭意実施中である。その一環として、2002年9月に約2週間にわたって、西安市内の6つの古建築物（西安城壁西門-城楼・箭楼、西安城壁東門-城楼・箭楼、鐘楼、鼓楼）を対象に常時微動観測を行い、振動特性について検討を行った（写真1）。

1. 目的

西安地域の古建築物（木構造）はその長い歴史の中では、幾多の地震被害を受けており、これらの構造物を保存するためには、構造物の強度特性、耐久性だけではなく、その動特性や耐震性を研究することが必要である。本研究は、常時微動を用いて、西安地域の代表的な古建築物の震動特性を把握することにより、その耐震安全性を評価し、今後、各時代の古建築物を保存するための基礎資料を得ることを目的としている。

2. 常時微動観測による古建築物の応答特性の検討

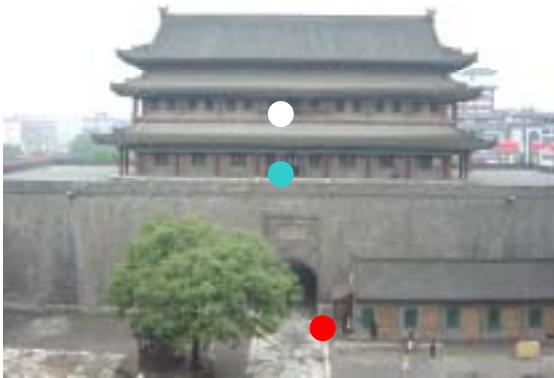
（1）地盤の常時微動観測：地盤の常時微動観測は各古建築の周辺で合計6点を行った。6個の常時微動観測点の常時微動観測波形の周波数スペクトル比（H/V）を示す（図1）。すべての観測点において、H/Vの明瞭なピークは確認されていない。西安地域の表層地盤は風積黄土が長い年月の間に堆積したもので、表層と基盤の物性に明瞭なコントラストがないと考えられている。（2）構造物の常時微動観測：西安市内において6つの古建築物における各階（1F, 2F, 3F）での常時微動観測と各階同時にNS方向、EW方向の常時微動観測を行い、構造物の応答特性について調べた。なお、1Fは地表面、2Fは建物の基盤（城壁の上端）、3Fは建築物の階上である。構造物の各階に観測した常時微動波形および各階で同時観測した常時微動波形について、フーリエスペクトル解析を行い、卓越振動数および増幅特性を調べた。図2は西安城壁西門-城楼・箭楼の卓越振動数の分布図である。これらの図から、各階の一次卓越振動数の平均値を建築物の一次固有値として、西安城壁西門-箭楼の一次卓越振動数は2.91Hzであり、西安城壁西門-城楼の一次卓越振動数は2.65Hzとなった。図3、4、5はNS, EW方向での同時観測から西安城壁西門-城楼・箭楼、西安城壁東門-城楼・箭楼、西安鐘楼・西安鼓楼の増幅特性を示している。これらの図から、建築物はEW方向とNS方向の増幅特性の相違性があることが分かった。西安西門城壁上にある城楼と独立する箭楼の城壁と並行する（NS）方向には建築物3Fの増幅率が同じ（5倍）であるが、城壁と鉛直する（EW）方向には建築物3Fの増幅率が城楼のほうは15倍になり、箭楼では、10倍になっている。西安東門城壁と独立する箭楼は建築物4Fの増幅率がNS、EW方向とも同じ（8倍）である。西安城壁上の城楼は城壁と平行する方向には建築物3Fの増幅率が2倍であるが、城壁と鉛直する（EW）方向には建築物3Fの増幅率が13倍である。西安鐘楼（ZHR）は建築物の水平断面形状が正方形になっており、建築物3Fの増幅率がNS、EW方向とも同じ（8倍）である。一方、西安鼓楼（GR）の形状は長方形（NS÷EW 3:5）で、建築物3Fの増幅率がNS方向には8.6倍、EW方向には建築物3Fの増幅率が7.4倍になっている。

4. まとめ

西安地域の表層地盤では、常時微動観測により明瞭なピークが得られていない。これは、この地域では、風積黄土が長い年月の間に堆積したため表層と基盤の物性に明瞭なコントラストが無いことが一因と考える。西安地域の代表的な古建築物の振動特性が把握できた。建物には強い異方性があり、基礎と建築物の形状が振動特性、増幅特性に大きな影響を与えていることが明らかとなった。

キーワード 西安地域，古建築物，常時微動観測，応答特性

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL 0426-77-1111



観測点 1F 観測点 2F 観測点 3F
写真 1 西安城壁西門で常時微動観測

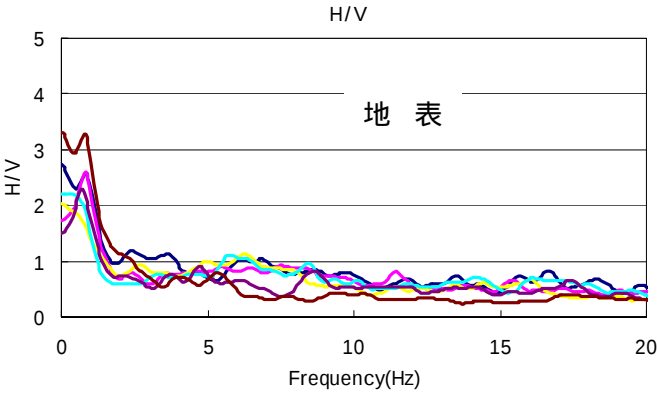


図 1 地盤の周波数スペクトル比 H/V（伝達関数）

表 1 観測建築物

	西安城壁西門		西安城壁東門		西安鐘楼	西安鼓楼
	箭楼 (XM-1)	城楼 (XM-2)	箭楼 (DM-1)	城楼 (DM-2)	(ZHR)	(GR)
建築年	1370年		1370年		1582年	1380年
高さ (m)	30	30	30	30	36	33
観測階数	1,2,3	1,2,3	1,2,4	1,2,3	1,2,3	1,2,3

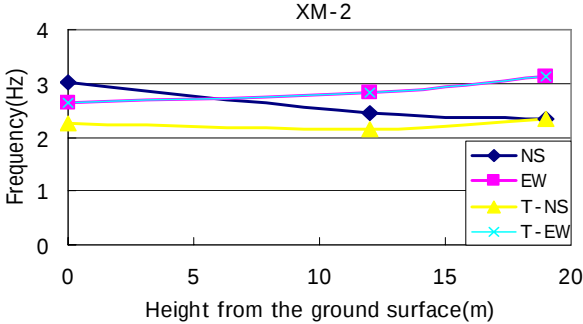
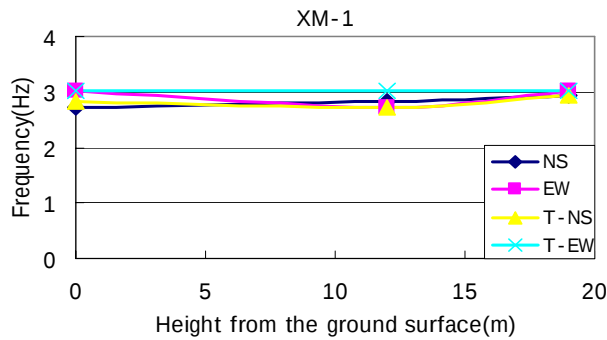


図 2 西安城壁西門-城楼・箭楼の卓越振動数の分布

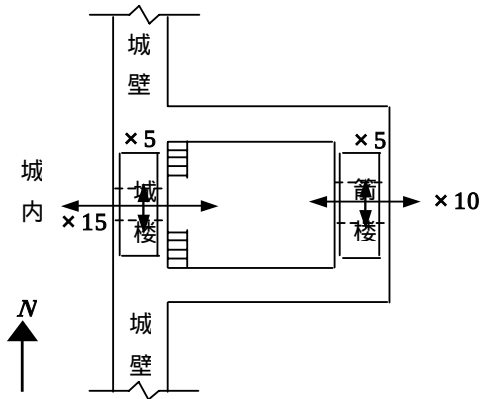


図 3 西安城壁西門-城楼・箭楼の応答特性

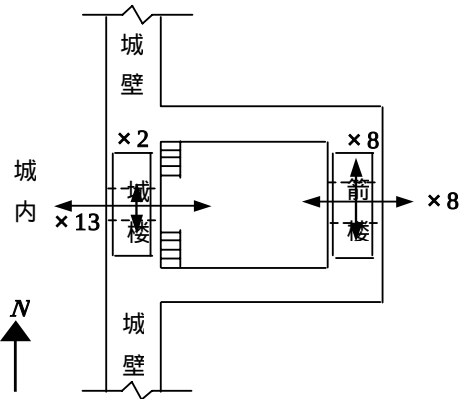


図 4 西安城壁東門-城楼・箭楼の応答特性

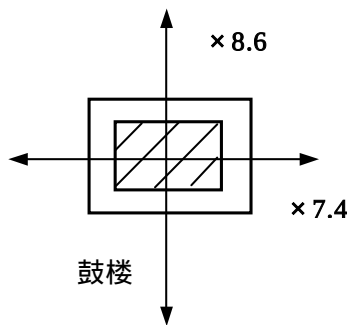
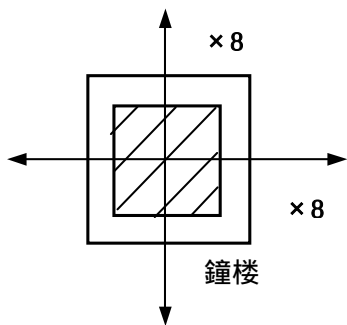


図 5 同時観測から西安鐘楼（ZHR）・西安鼓楼（GR）の応答特性