

静岡県裾野市役所 常時微動測定報告書（速報 2011）

目次

1. 調査概要

2. 常時微動測定
 - 2.1 建物概要
 - 2.2 改修工事概要
 - 2.3 測定方法および測定位置
 - 2.4 測定結果

3. まとめ

1. 調査概要

本報告は、2011 年 7 月 31 日に実施した静岡県裾野市市役所庁舎（昭和 50 年建設、地下 1 階、地上 5 階建ての鉄筋コンクリート造建物）の耐震改修工事中における常時微動測定の結果をまとめたものである。

調査の日程および調査メンバーは以下のとおりである。

■調査メンバー

中埜良昭（東京大学生産技術研究所 教授）
高橋典之（東京大学生産技術研究所 助教）
崔 琥（東京大学生産技術研究所 助教）
晋 沂雄（東京大学生産技術研究所 大学院生）
権 淳日（東京大学生産技術研究所 大学院生）
李 煥九（東京大学生産技術研究所 大学院生）
伊藤洋一（東京大学生産技術研究所 大学院生）
横地未咲（東京大学生産技術研究所 大学院生）
浅井竜也（東京大学生産技術研究所 大学院生）
本村友一（東京大学生産技術研究所 大学院生）

調査協力：

静岡県

裾野市

堀江建築工学研究所

■調査日程（2011 年 7 月 30 日～8 月 1 日）

2011 年 7 月 30 日／雨

09:30 東京大学生産技術研究所 出発

12:00 海老名 SA にて昼食

12:55 静岡県裾野市役所 到着

13:05 静岡県裾野市役所

402 会議室にて事業概要の説明

- ・地下空洞充填工事の概要
- ・免震化工事の概要、手順
- ・免震化工事に伴う設備改修

14:15 現場確認（免震化完了状況）

地下工事現場、1 階および 5 階の計測機器の設置箇所確認

中埜教授 合流

16:40 静岡県裾野市役所 出発

17:30 HOTEL ARIA 沼津 到着
18:20 夕食

2011 年 7 月 31 日／曇り

08:00 HOTEL ARIA 沼津 出発
08:50 静岡県裾野市役所 到着
機材運び出し
09:00 計測ケース 3-1 の計測準備
10:55 計測ケース 3-1 の計測
11:00 計測ケース 3-2 の計測準備
11:30 計測ケース 3-2 の計測
11:45 計測ケース 3-3 の計測準備
12:05 計測ケース 3-3 の計測
12:10 計測ケース 3-4 の計測準備
12:35 昼食
13:30 計測ケース 3-4 の計測
13:35 計測ケース 3-5 の計測準備
14:15 計測ケース 3-5 の計測
14:20 計測ケース 3-7 の計測準備
14:40 計測ケース 3-7 の計測
14:45 計測ケース 3-6 の計測準備
15:45 計測ケース 3-6 の計測
16:20 静岡県裾野市役所 出発
17:10 HOTEL ARIA 沼津 到着
18:00 夕食

2011 年 8 月 1 日／晴れ

08:30 HOTEL ARIA 沼津 出発
帰京（高橋，崔，晉，權，李）
静岡県沿岸部被害調査（中埜，伊藤，横地，浅井，本村）

2. 常時微動測定

2.1 建物概要

静岡県裾野市庁舎は、地下1階、地上5階建ての鉄筋コンクリート造建物で、高さ24.95m、地下1階は張間方向が4スパン（27.8m）／桁行方向が10スパン（56.6m）、1階は張間方向が3スパン（27.8m）／桁行方向が10スパン（56.6m）、2階～5階は張間方向が2スパン（16.8m）／桁行方向が8スパン（44.6m）である。建物基礎下に風穴（裾野風穴第一・第二）が通る特異な地盤に建っている。図2-1に1階伏図、図2-2に5階伏図、図2-3に軸組図、写真2-1に市庁舎全景、写真2-2～2-3に耐震補強工事の様子を示す。

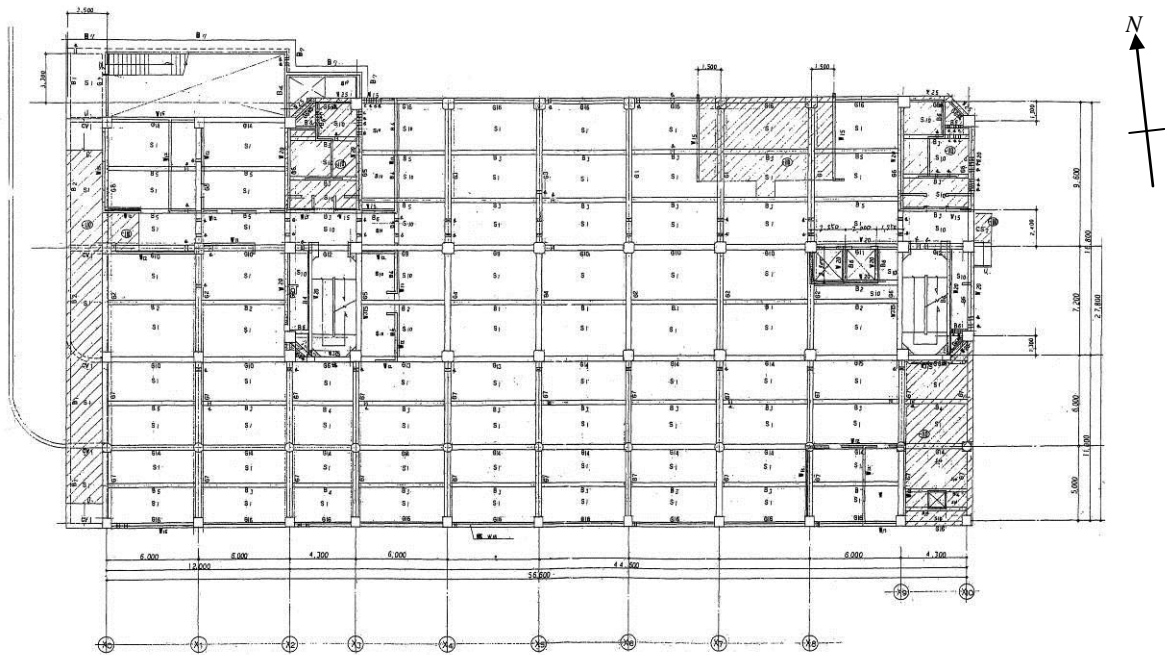


図2-1 1階伏図

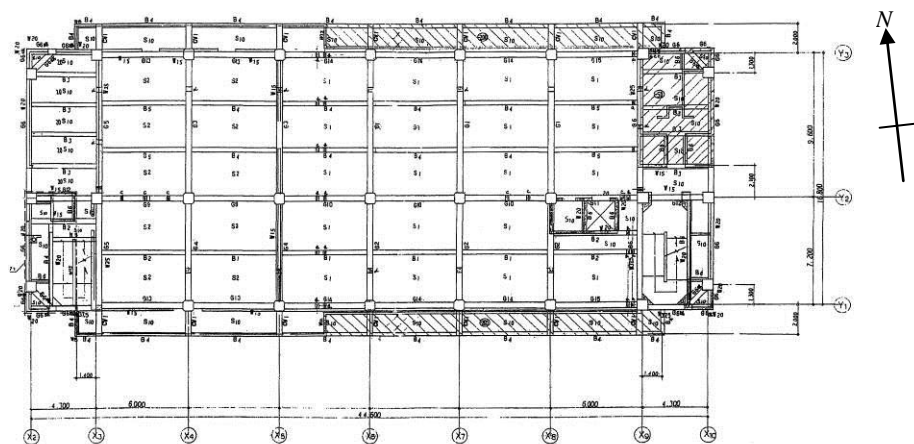


図2-2 5階伏図

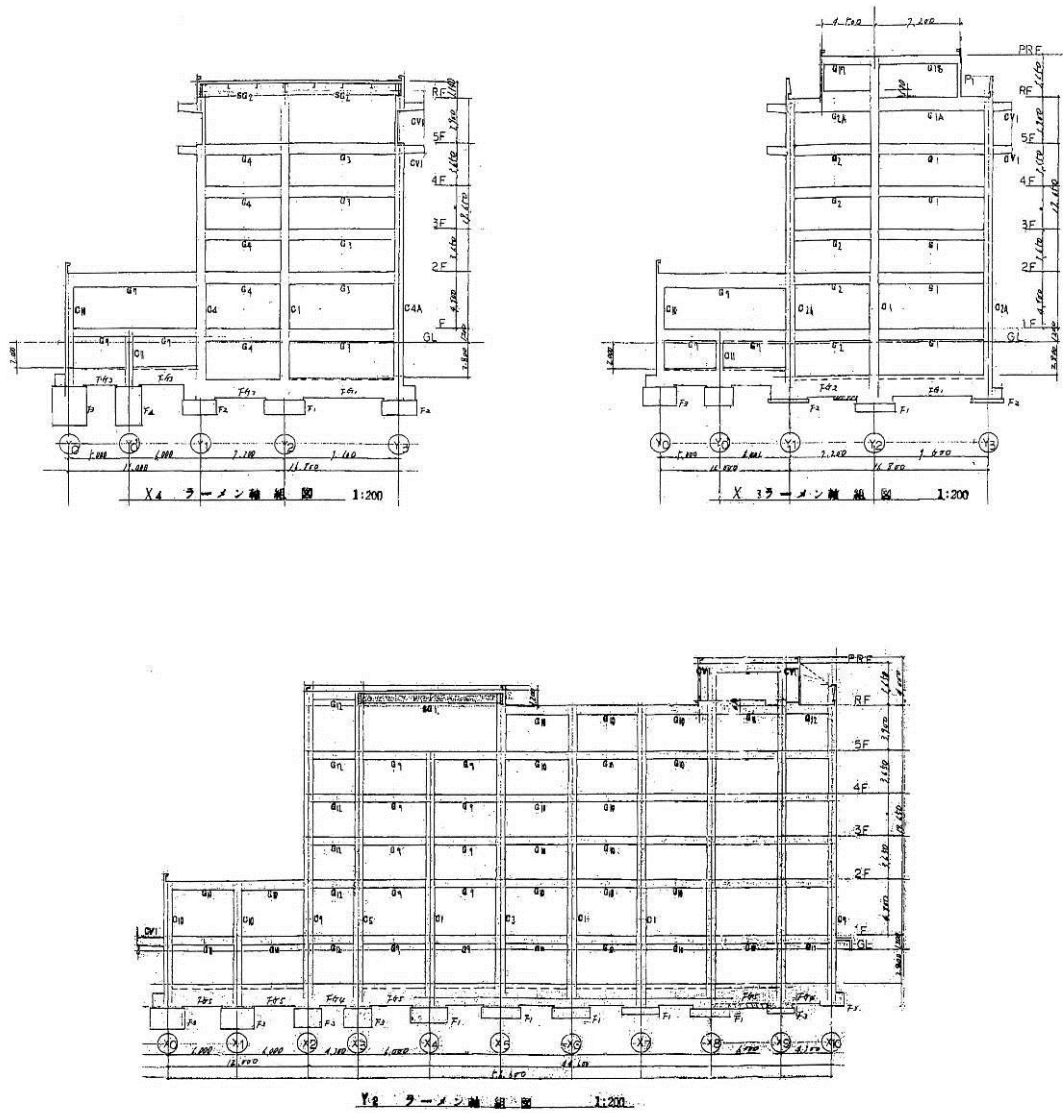


図 2-3 軸組図



写真 2-1 市庁舎全景 (北西面)



写真 2-2 地下1階ドライエリア部分

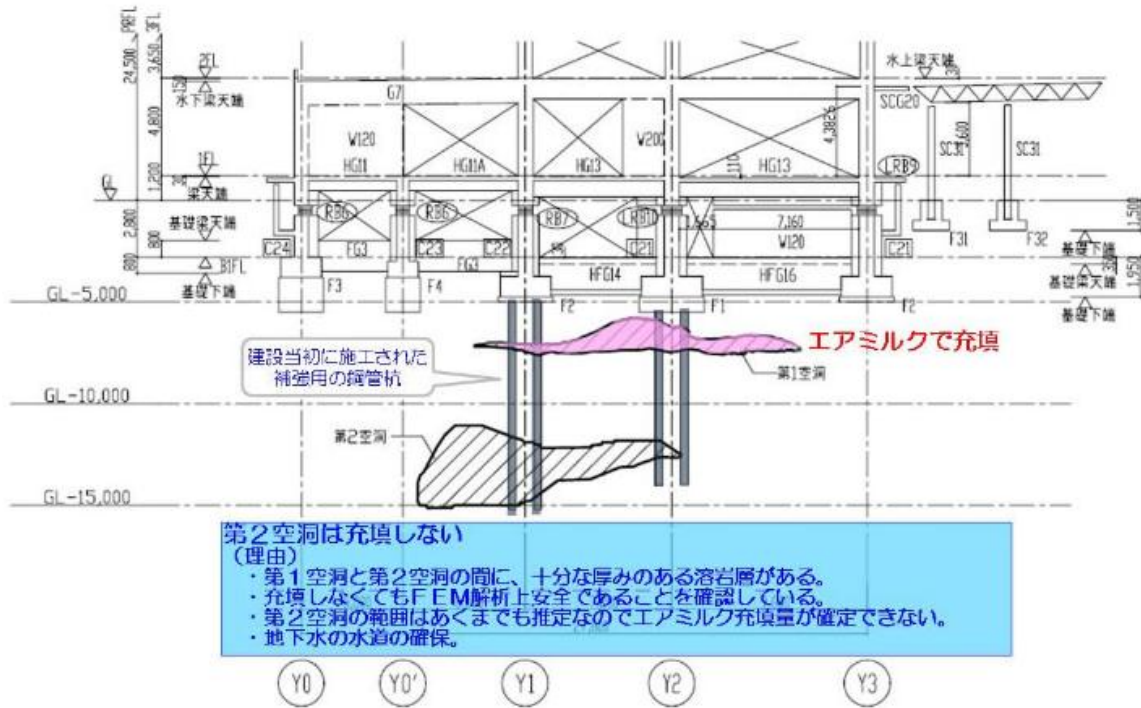


写真 2-3 地下1階免震装置とオイルダンパー

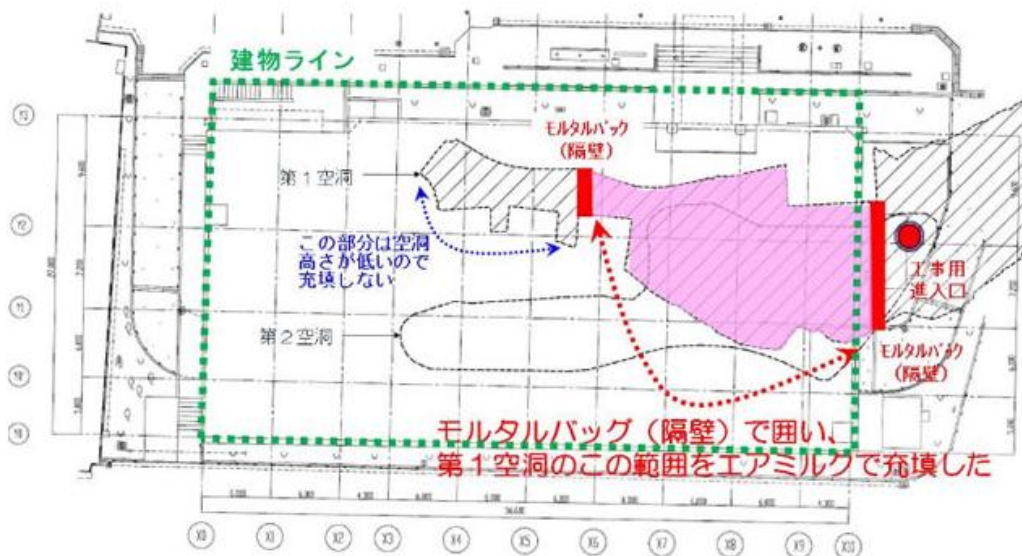
本計測は、地下1階の免震装置およびオイルダンパー設置工事が完了した状態（ただし外構部（スライディング・スラブ等）および内装等の非構造材工事は未完）で実施されたものである。

2.2 改修工事概要

裾野市役所では、2010年6月から2012年1月にかけて耐震補強工事が行われている。これは、地下一階の柱頭部に積層ゴムとオイルダンパーを設置することで、固有周期の長周期化と、減衰性能の向上を図ったものである。また柱と梁の断面拡大工事、地下空洞のセメントミルク充填工事も行われている。図2-4に地下空洞充填範囲、図2-5に改修工事概要、図2-6に改修工法概要、図2-7に免震装置配置図を示す。



第1空洞の充填範囲(断面図)



第1空洞の充填範囲(平面図)

図 2-4 地下空洞充填範囲

裾野市本庁舎耐震補強工事 概要

市庁舎

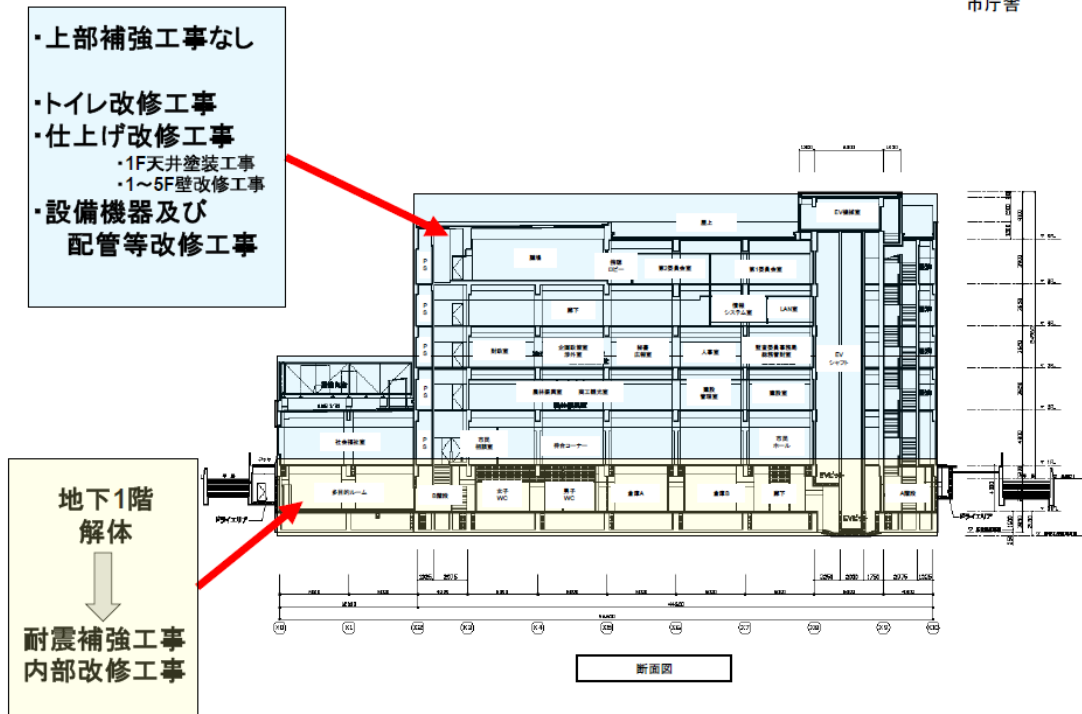


図 2-5 改修工事概要

裾野市本庁舎耐震補強工事 改修工法 概要

市庁舎

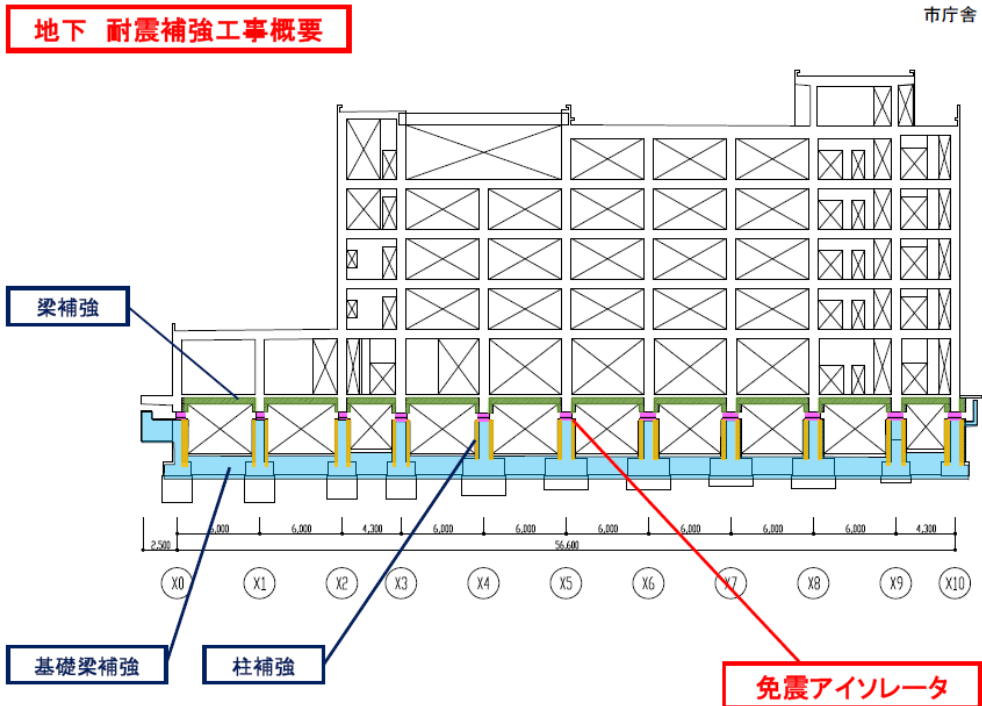


図 2-6 改修工法概要

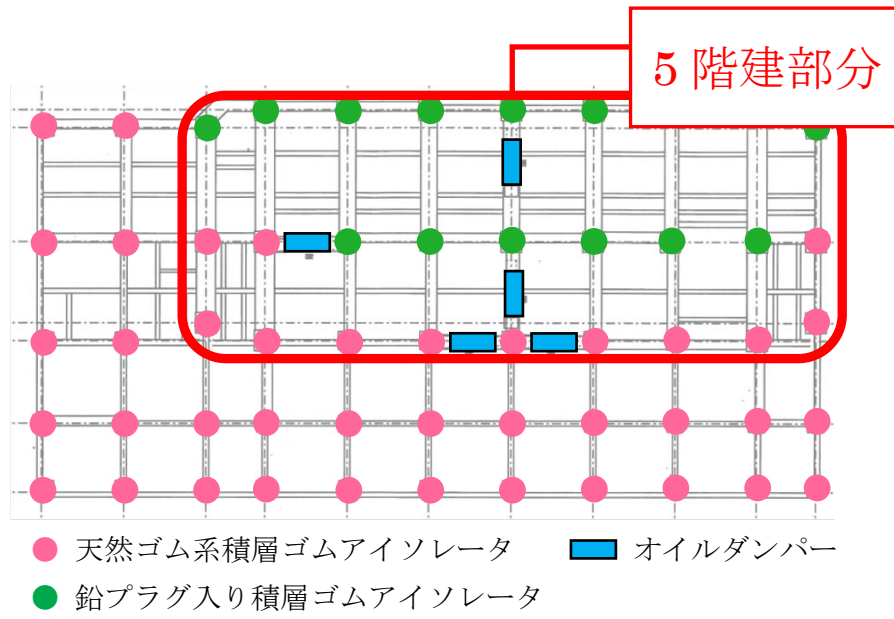


図 2-7 免震装置配置図(地下 1 階)

2.3 測定方法および測定位置

測定方法は，測定機器に収録器（物探サービス株式会社製 GEODAS-15-HS）およびピックアップ（物探サービス株式会社製 ムービングコイル型速度計 CR4.5-2 型）を使用し，サンプリング周波数を 100Hz，収録時間を 300 秒間とした。

測定位置は図 2-8～2-14 に示す全 7 ケースとし，各計測ケースについて多点同時計測を実施した．測定時の様子を写真 2-4～2-5 に示す．

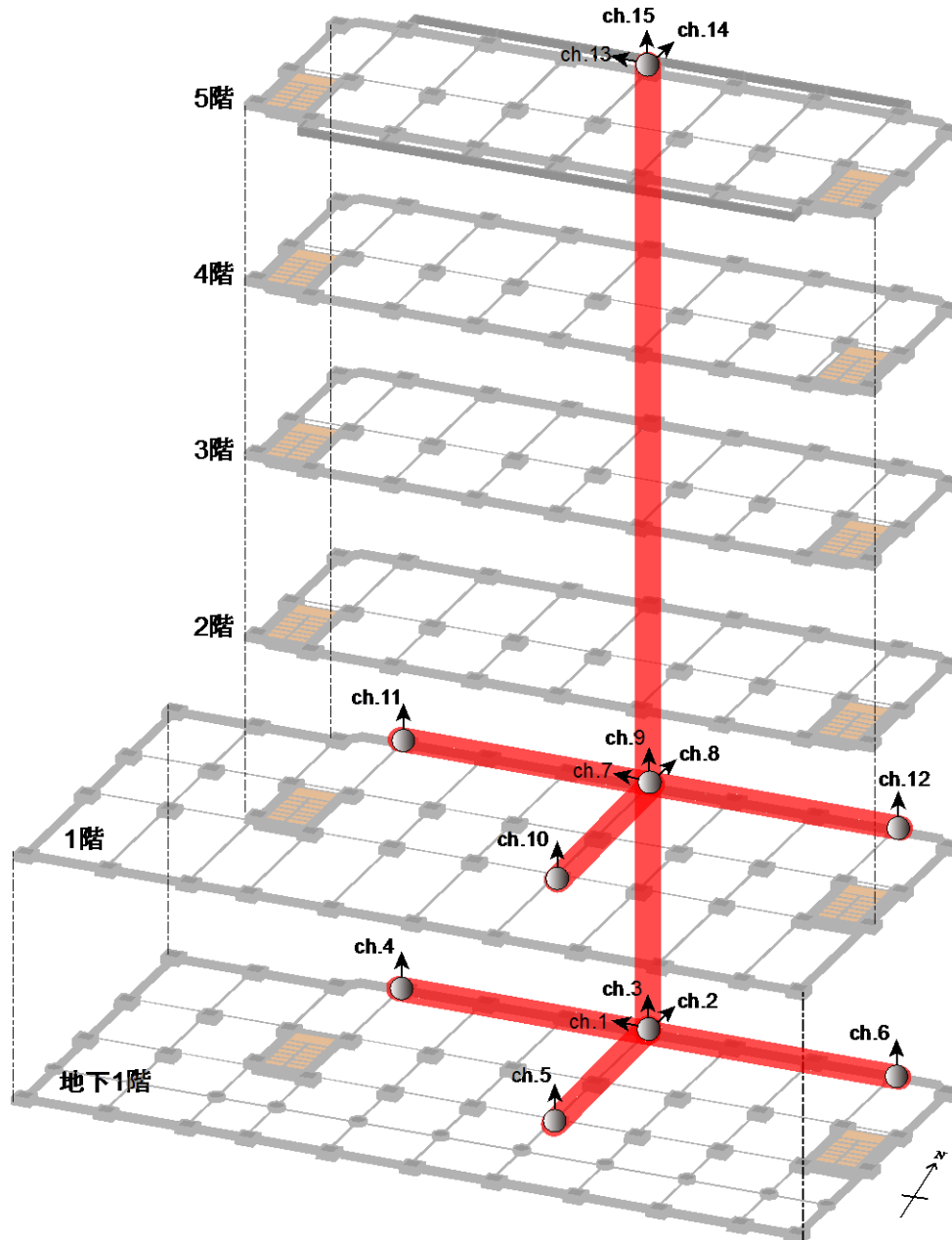


図 2-8 測定位置（計測ケース 3-1）

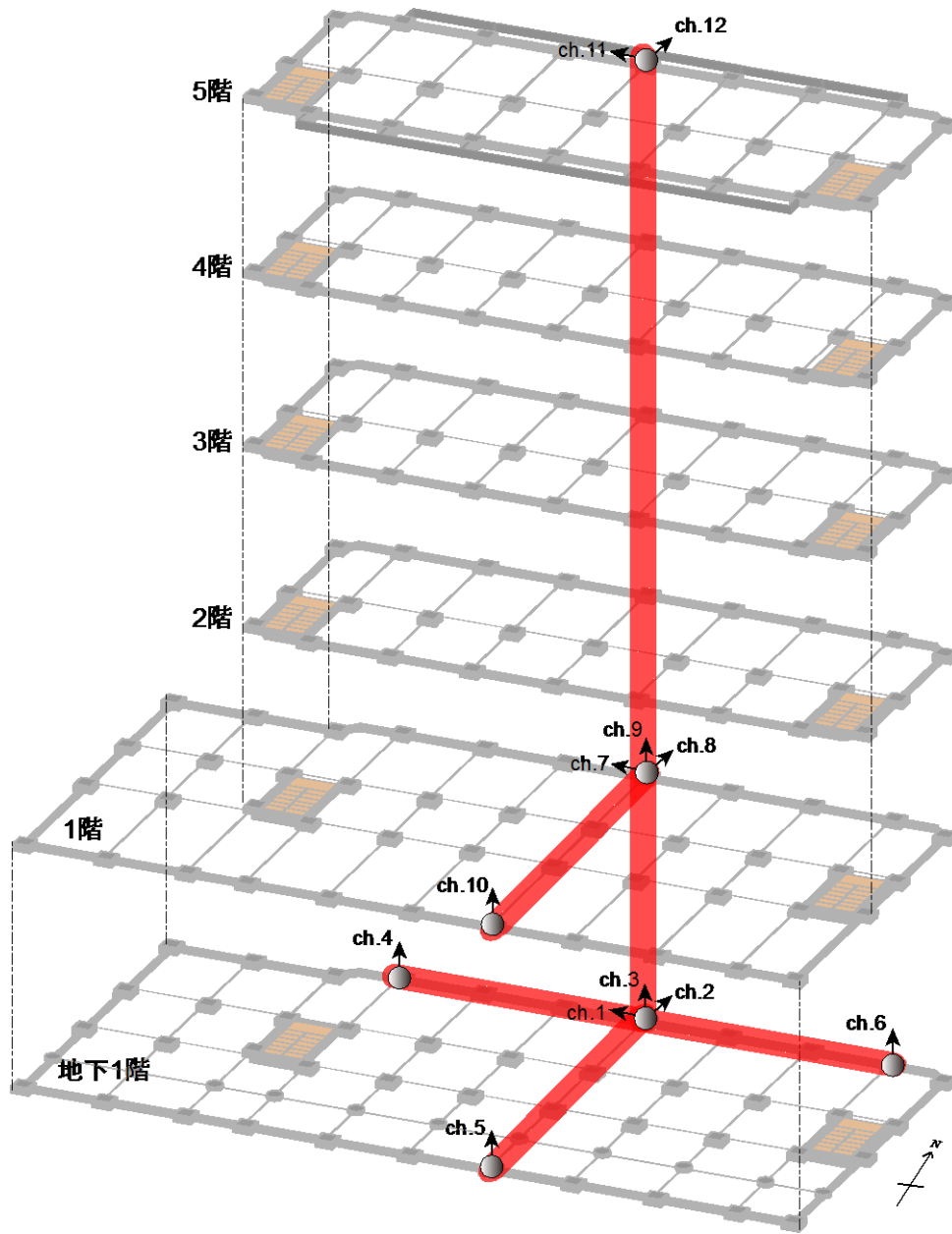


図 2-9 測定位置（計測ケース 3-2）

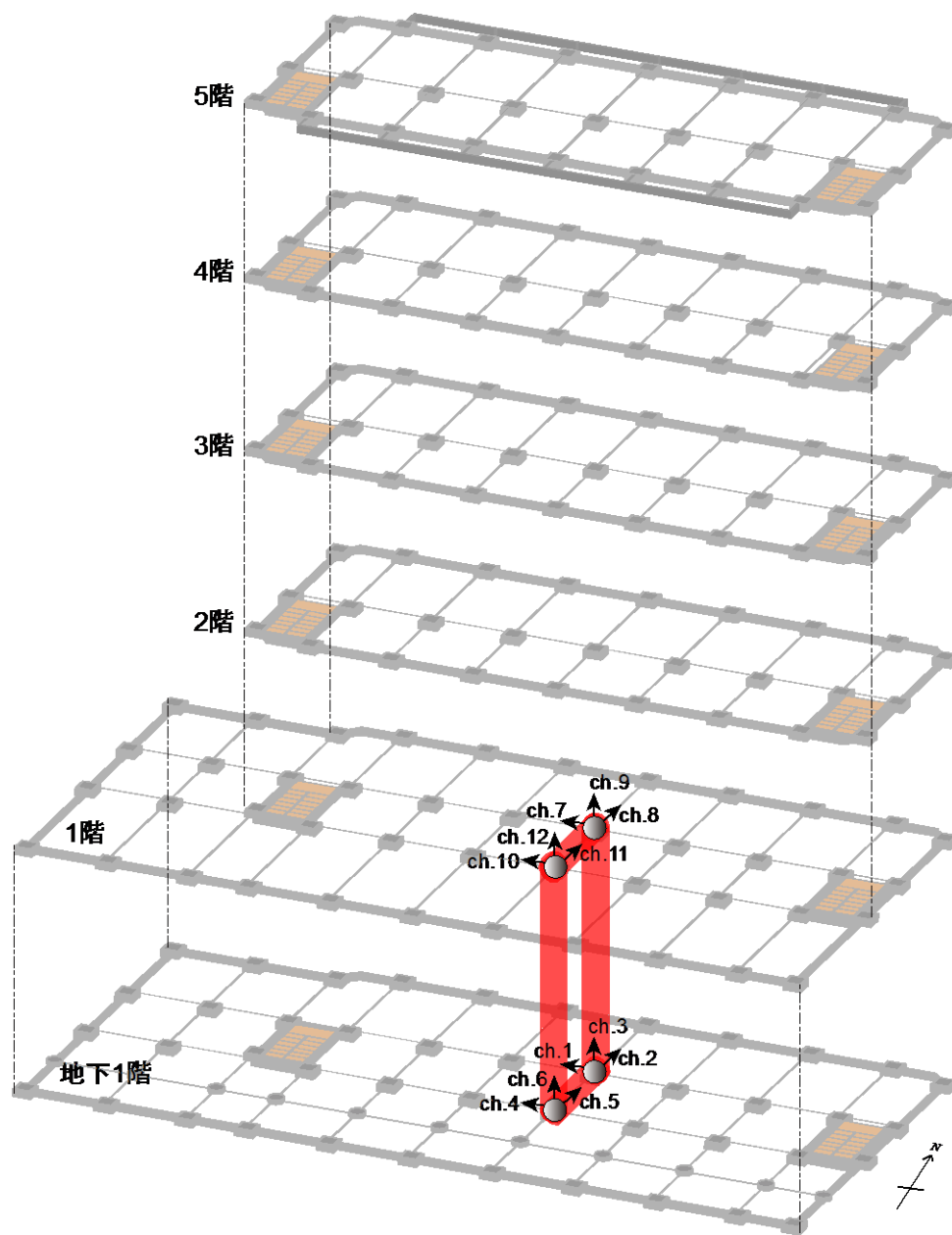


図 2-10 測定位置（計測ケース 3-3）

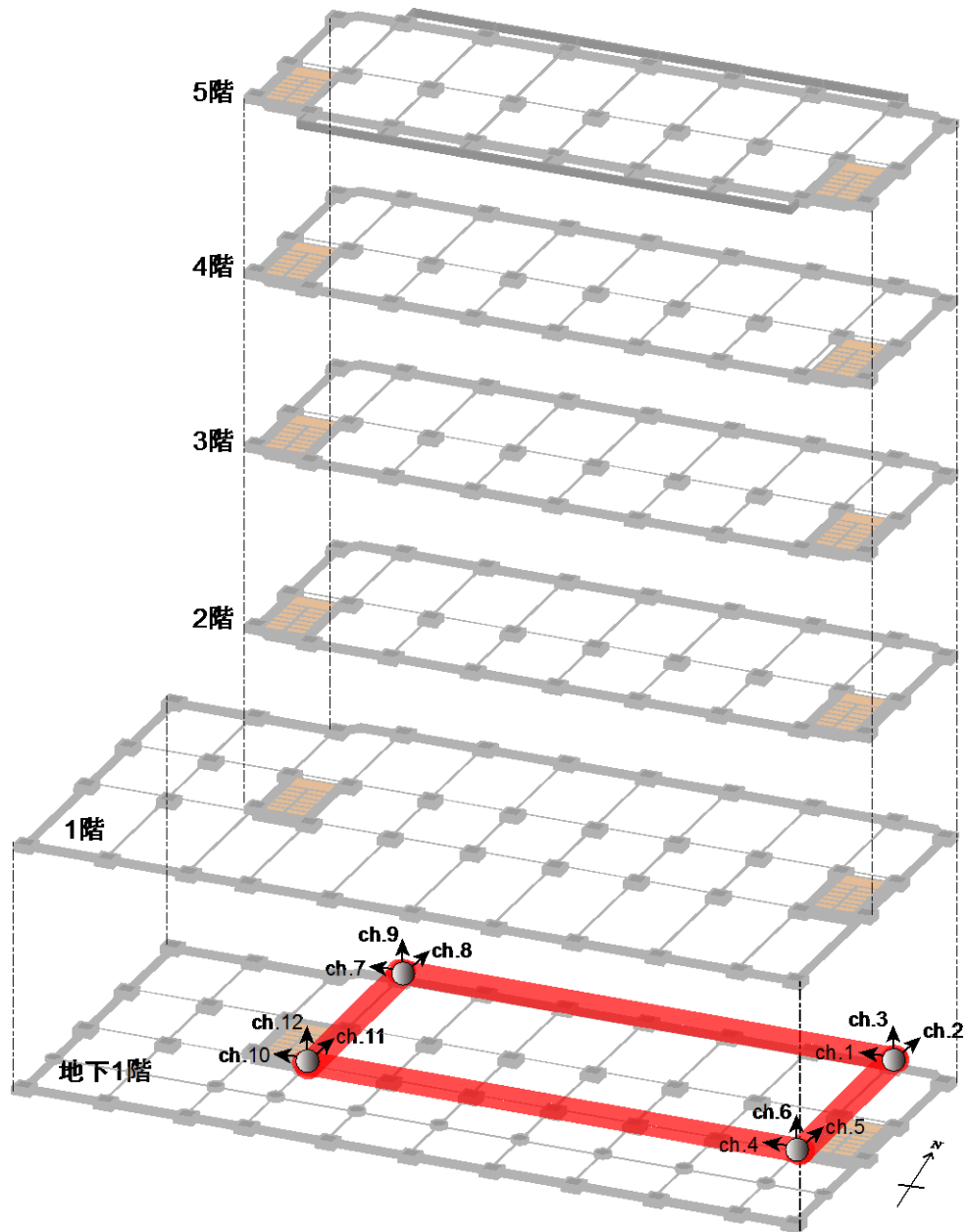


図 2-11 測定位置（計測ケース 3-4）

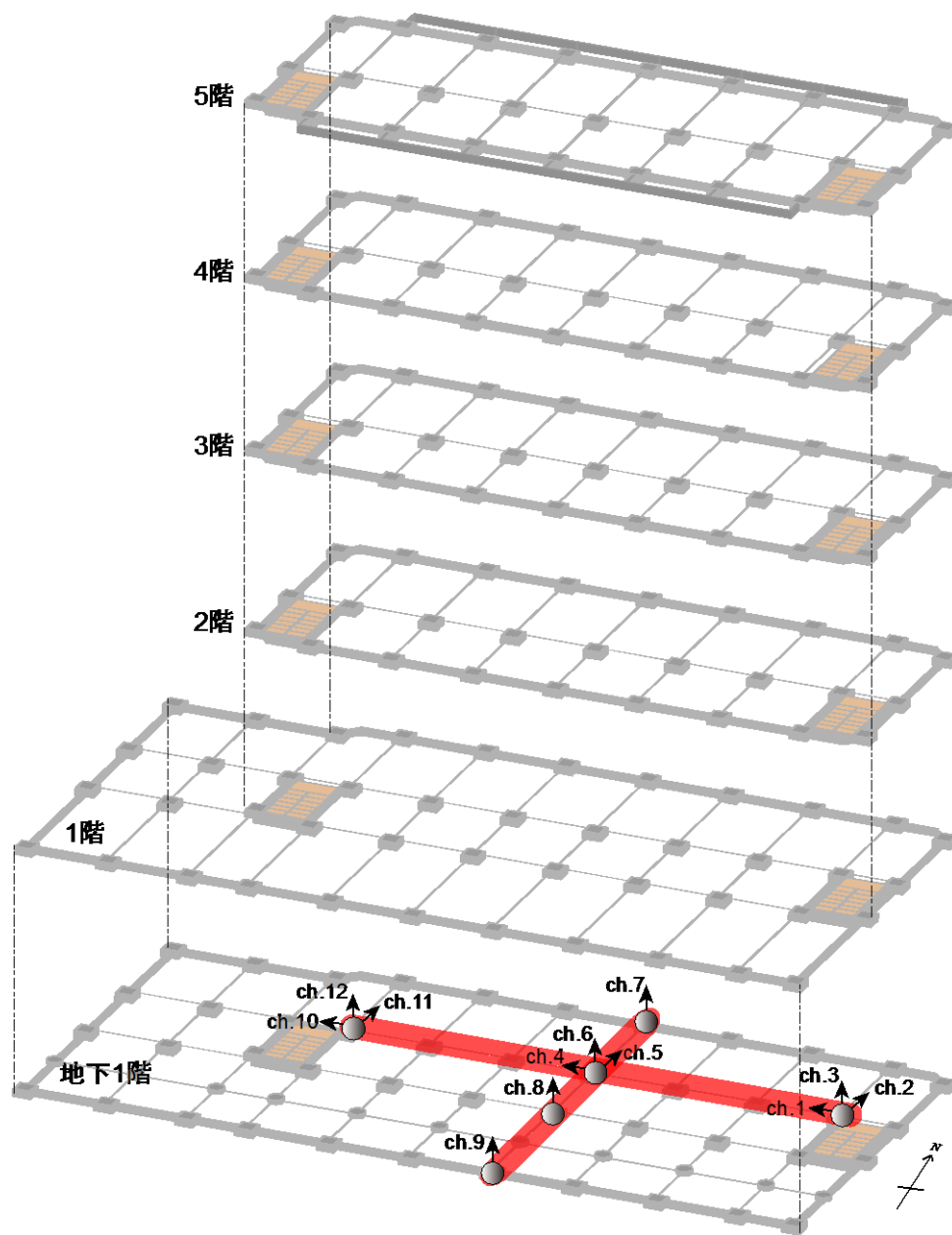


図 2-12 測定位置（計測ケース 3-5）

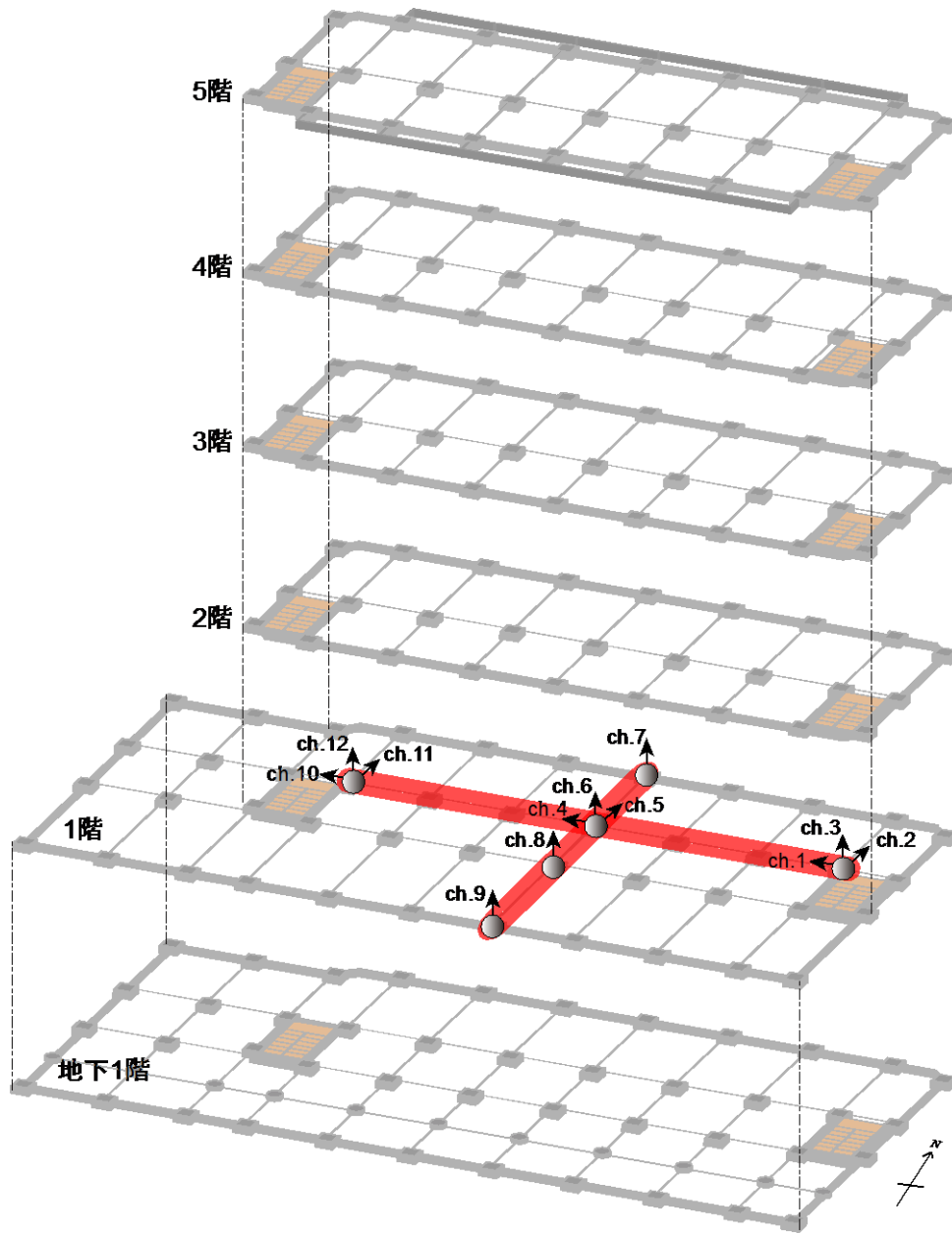


図 2-13 測定位置（計測ケース 3-6）

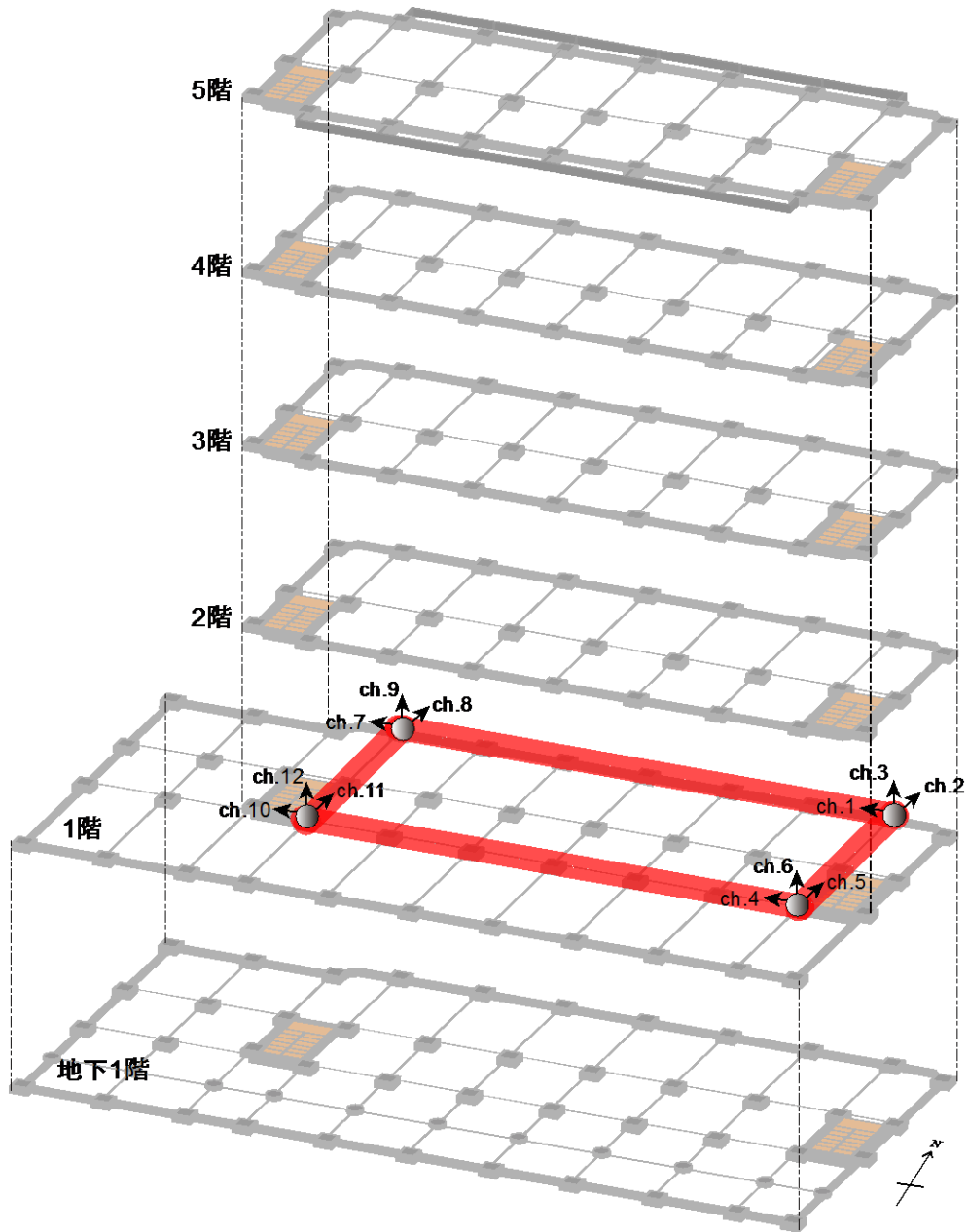


図 2-14 測定位置（計測ケース 3-7）



写真 2-5 測定時の様子



写真 2-6 設置されたピックアップ

2.4 測定結果

(1) 計測ケース 3-1（2008 年 11 月計測ケース②）

計測ケース 3-1（図 2-8）は、建物上部構造の振動性状を把握する目的で実施した計測である。地下 1 階および 1 階の常時微動水平成分のフーリエスペクトルに対する 5 階の常時微動水平成分のフーリエスペクトルの比を、バンド幅 0.5Hz の Parzen Window を用いて平滑化し（以下、全てのフーリエスペクトルを同様に平滑化して示す）、これを伝達関数として図 2-15 に示す。桁行（東西）方向については、5 階/地下 1 階の伝達関数では 2.36Hz (0.42s)、5 階/1 階の伝達関数では 2.38Hz (0.42s) にピークが見られ、地下 1 階あるいは 1 階のどちらを基底としてもほぼ同じ卓越周波数が求められた。一方、張間（南北）方向については、5 階/地下 1 階の伝達関数では 2.62Hz (0.38s)、5 階/1 階の伝達関数では 2.90Hz (0.35s) にピークが見られ、卓越周波数が僅かに異なっている。

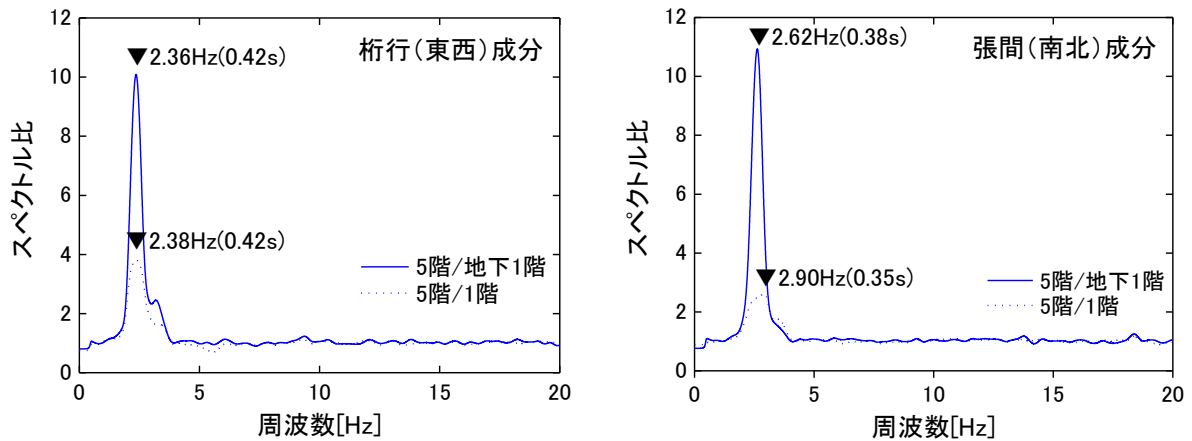


図 2-15 伝達関数 (H/H スペクトル比)

(2) 計測ケース 3-2（2008 年 11 月計測ケース③）

計測ケース 3-2（図 2-9）も、計測ケース 3-1 同様、建物上部構造の振動性状を把握する目的で実施した計測である。図 2-16 に地下 1 階および 1 階の常時微動水平成分のフーリエスペ

クトルに対する 5 階の常時微動水平成分のフーリエスペクトルの比（伝達関数）を示す。計測ケース 3-1 の場合と同様、桁行（東西）方向については、5 階/地下 1 階の伝達関数では 2.34Hz (0.43s)、5 階/1 階の伝達関数では 2.28Hz (0.44s) にピークが見られ、地下 1 階あるいは 1 階のどちらを基底としてもほぼ同じ卓越周波数が求められた。一方、張間（南北）方向については、5 階/地下 1 階の伝達関数では 2.56Hz (0.39s)、5 階/1 階の伝達関数では 2.86Hz (0.35s) にピークが見られ、卓越周波数が僅かに異なっている。

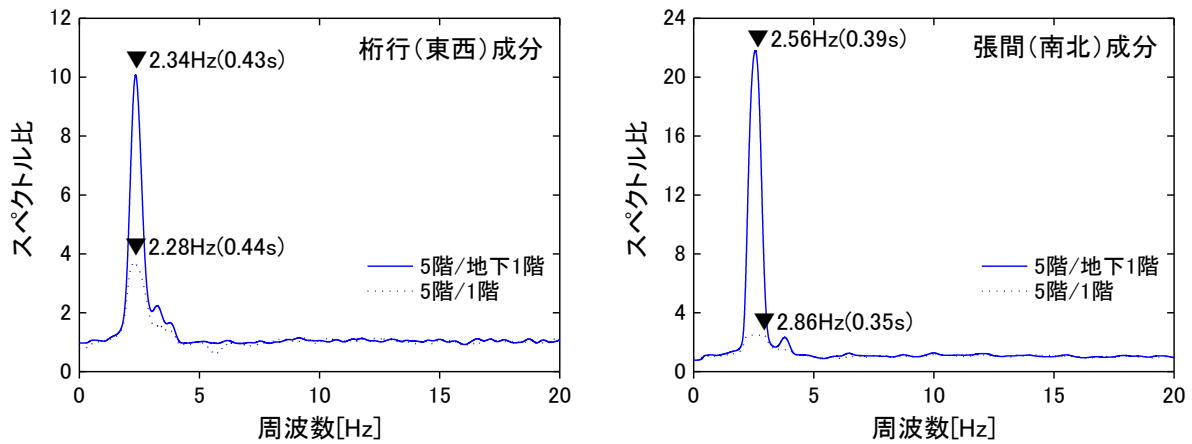


図 2-16 伝達関数 (H/H スペクトル比)

(3) 計測ケース 3-6 (2008 年 11 月計測ケース④)

計測ケース 3-6 (図 2-13) は、1 階床面の中折れ状態が卓越するかを調べる目的で実施した計測である。比較的定常的な振動を示した区間 (140~150 秒) について桁行方向軸線上および張間方向軸線上に並べたピックアップの微動波形 (鉛直成分) を、2~5Hz の周波数帯域を透過するバンドパスフィルターをかけ (以下、全ての波形に同様にフィルタをかけて示す)、図 2-17 に示す。図 2-17 より、いずれの波形も振幅・位相が概ね一致しており、1 階床面は中折れ状態が卓越することはないと考えられる。

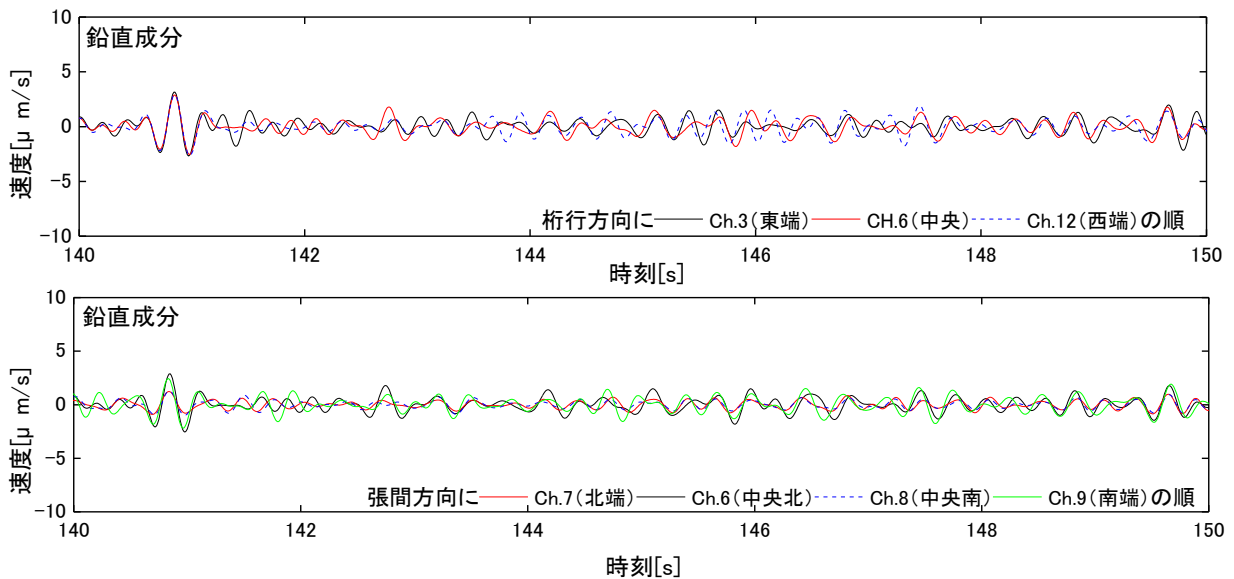


図 2-17 計測ケース 3-6 の各ピックアップ微動波形（鉛直成分）

(4) 計測ケース 3-7（2008 年 11 月計測ケース⑤）

計測ケース 3-7（図 2-14）は、1 階床面のねじれ挙動の有無を調べる目的で実施した計測である。比較的定常的な振動を示した区間（34～44 秒）の微動波形を図 2-18 に示す。図 2-18 より、水平成分では各波形の振幅・位相が概ね一致しているが、鉛直成分では各波形の位相が一致する時間としない時間とが混在している。図 2-19 に各成分別のフーリエスペクトルを示すと、いずれの成分も卓越周期が概ね一致している。以上より、建物 1 階床面は水平方向には一体となって並進するのに対し、鉛直方向には床面がバタついてねじれ挙動を示す場合があると考えられる。

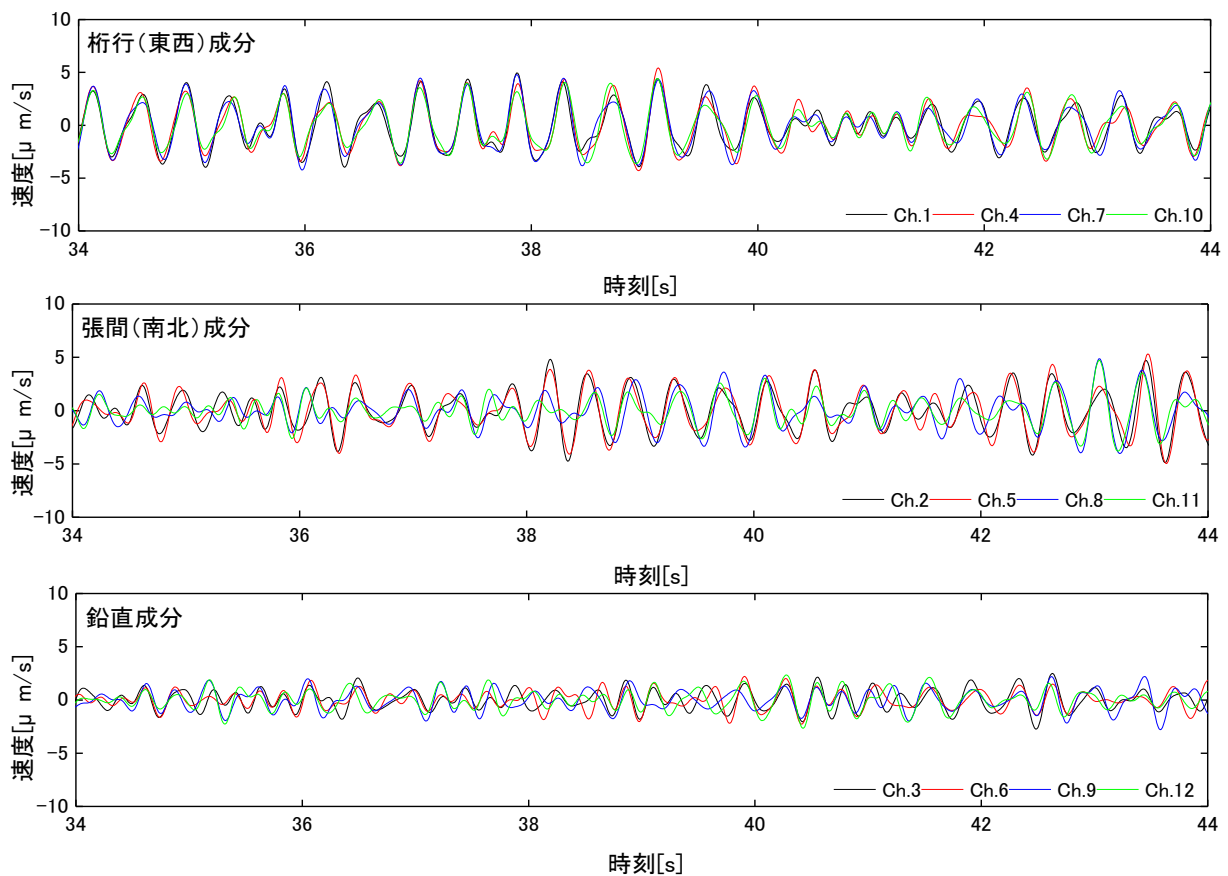


図 2-18 計測ケース 3-7 の微動波形

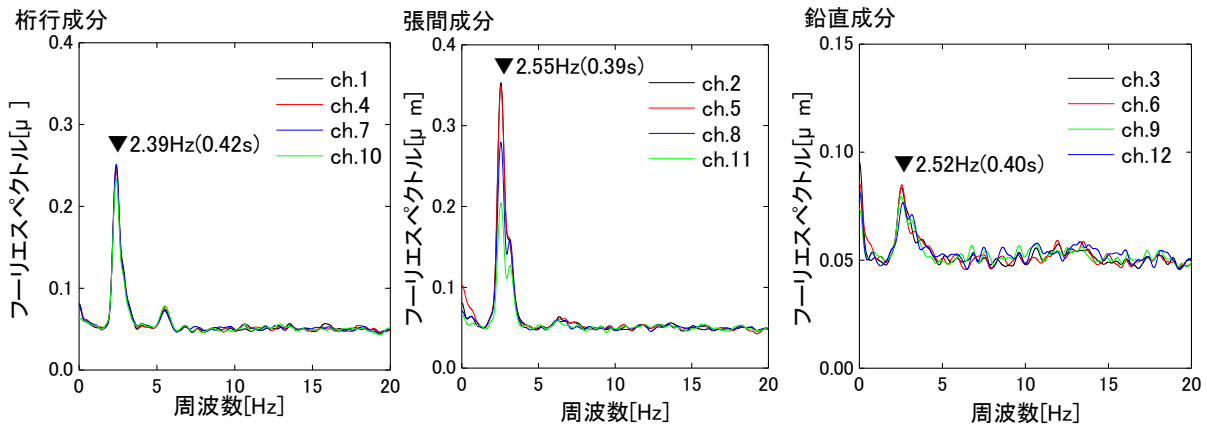


図 2-19 成分別のフーリエスペクトル

(5) 計測ケース 3-5（2008 年 11 月計測ケース⑥）

計測ケース 3-5（図 2-12）は、地下 1 階床面の中折れ状態が卓越するかを調べる目的で実施した計測である。比較的定常的な振動を示した区間（60～70 秒）について桁行方向軸線上および張間方向軸線上に並べたピックアップの微動波形（鉛直成分）を図 2-20 に示す。図 2-20 より、いずれの波形も振幅・位相が概ね一致しており、地下 1 階床面は中折れ状態が卓越することはないと考えられる。

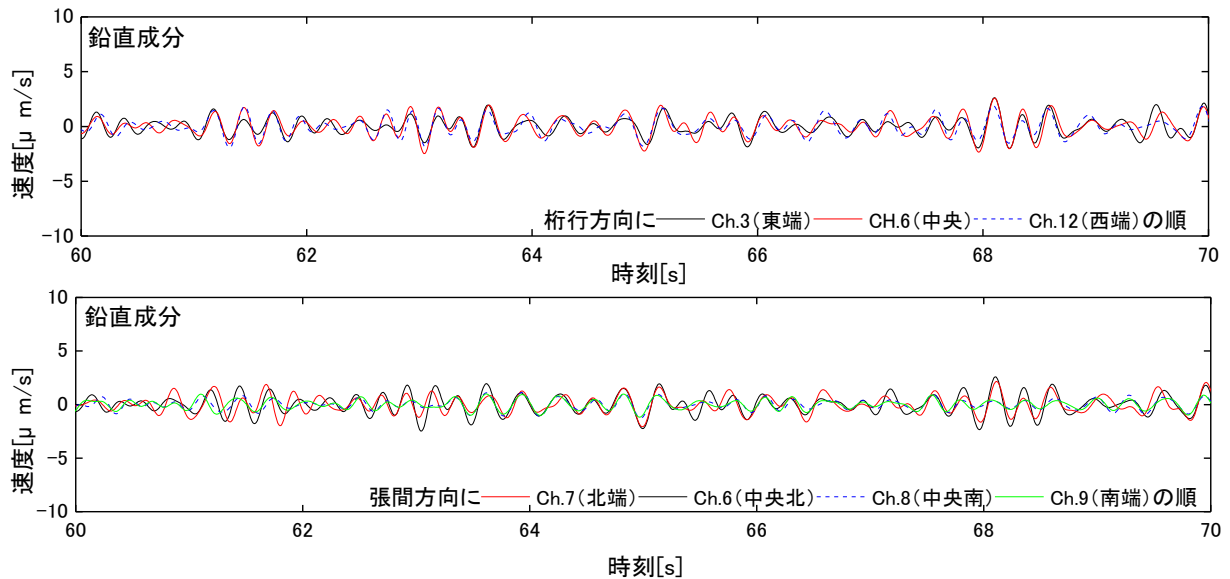


図 2-20 計測ケース 3-5 の各ピックアップ微動波形（鉛直成分）

(6) 計測ケース 3-4（2008 年 11 月計測ケース⑦）

計測ケース 3-4（図 2-11）は、地下 1 階床面のねじれ挙動の有無を調べる目的で実施した計測である。比較的定常的な振動を示した区間（110～120 秒）の微動波形を図 2-21 に示す。図 2-21 より、水平成分では各波形の振幅・位相が概ね一致しているのに対し、鉛直成分では各波形の位相があまり一致していないことが分かる。図 2-22 に各成分別のフーリエスペクトル

を示すと、水平成分では卓越周期が概ね一致しているのに対し、鉛直成分では卓越周期がピックアップ設置点によって異なっている。以上より、建物地下 1 階床面は水平方向には一体となって並進するのに対し、鉛直方向には床面がバタついてねじれ挙動を示す場合があると考えられる。

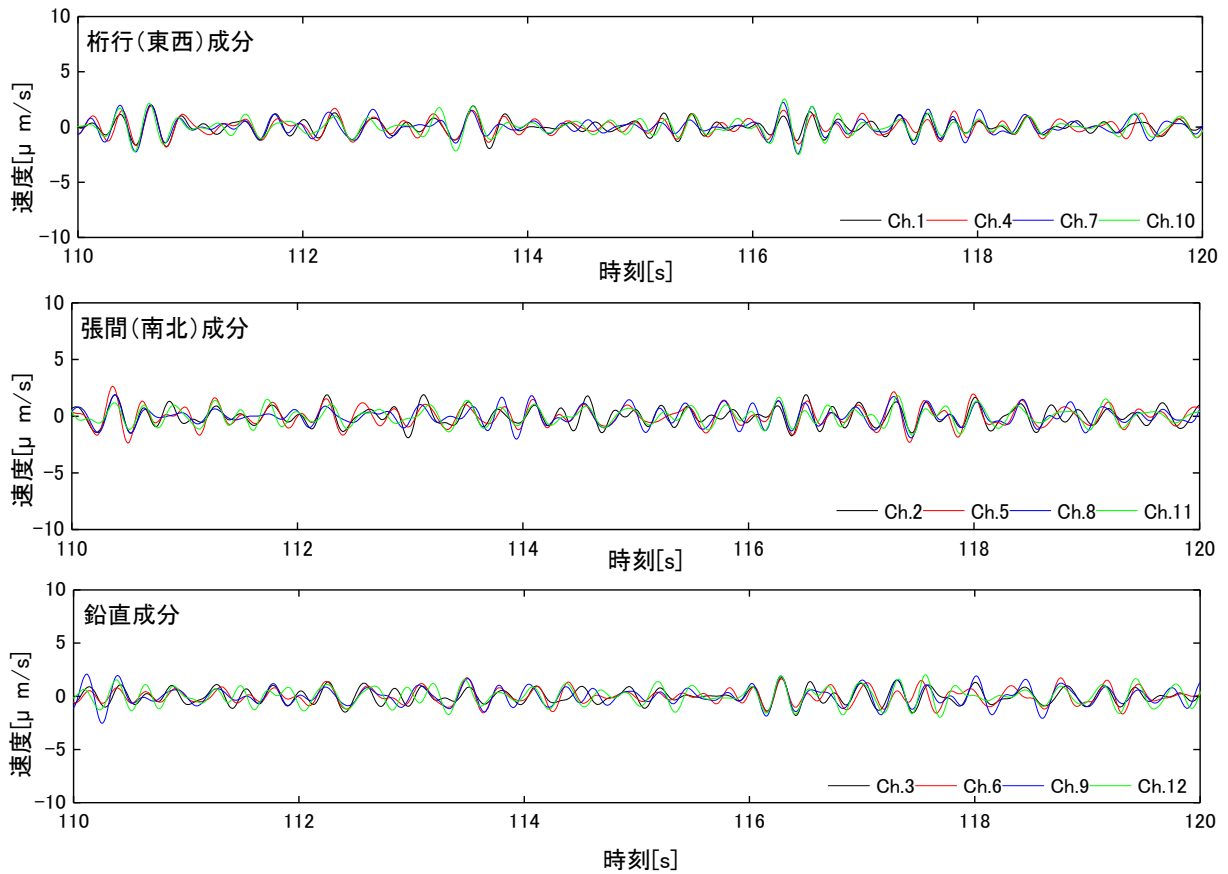


図 2-21 計測ケース 3-4 の微動波形

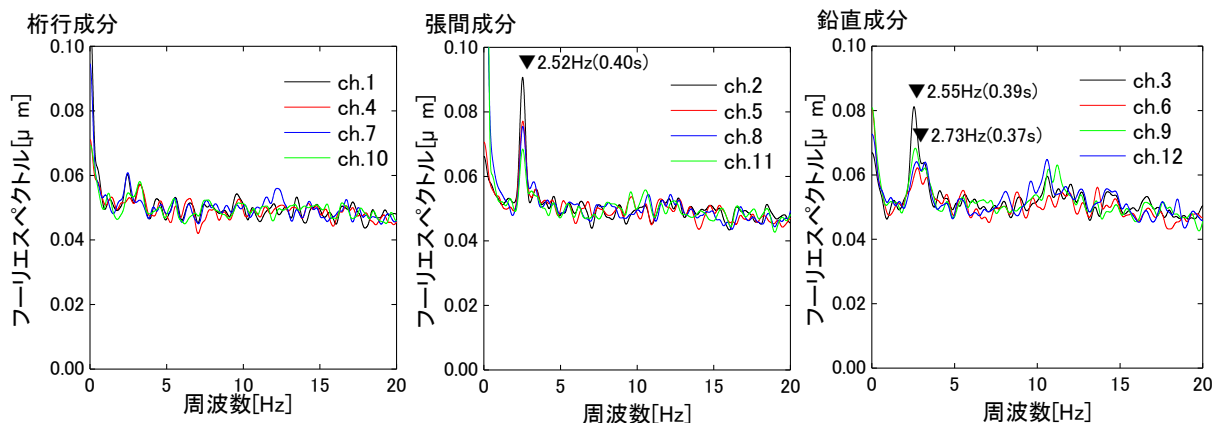


図 2-22 成分別のフーリエスペクトル

(7) 計測ケース 3-3 (2008 年 11 月計測ケース⑧)

計測ケース 3-3 (図 2-10) は、地下 1 階床面 (G.L. -2.8m) と 1 階床面 (G.L. +1.2m) との

振動性状の変化を調べる目的で計測を行った。図 2-23 に比較的定常的な振動を示した計測時間（40～50 秒）の微動波形を示す。図 2-23 より、成分別の波形の振幅および位相が、地下 1 階床レベルと 1 階床レベルとで概ね一致していることが分かる。また、地下 1 階床面のフーリエスペクトルに対する 1 階床面のフーリエスペクトルの比を伝達関数として図 2-24 に示す。桁行（東西）方向成分の伝達関数では 2.36Hz (0.42s)、張間（南北）方向成分の伝達関数では 2.59Hz(0.39s)にピークが見られた。鉛直成分では、殆どの周波数帯域でスペクトル比がおよそ 1 程度であった。以上より、地下 1 階から 1 階にかけて、桁行方向には 2.4Hz、張間方向には 2.6Hz の周波数をピークに増幅を生じ、鉛直方向には振動の増幅が殆ど生じていないと考えられる。

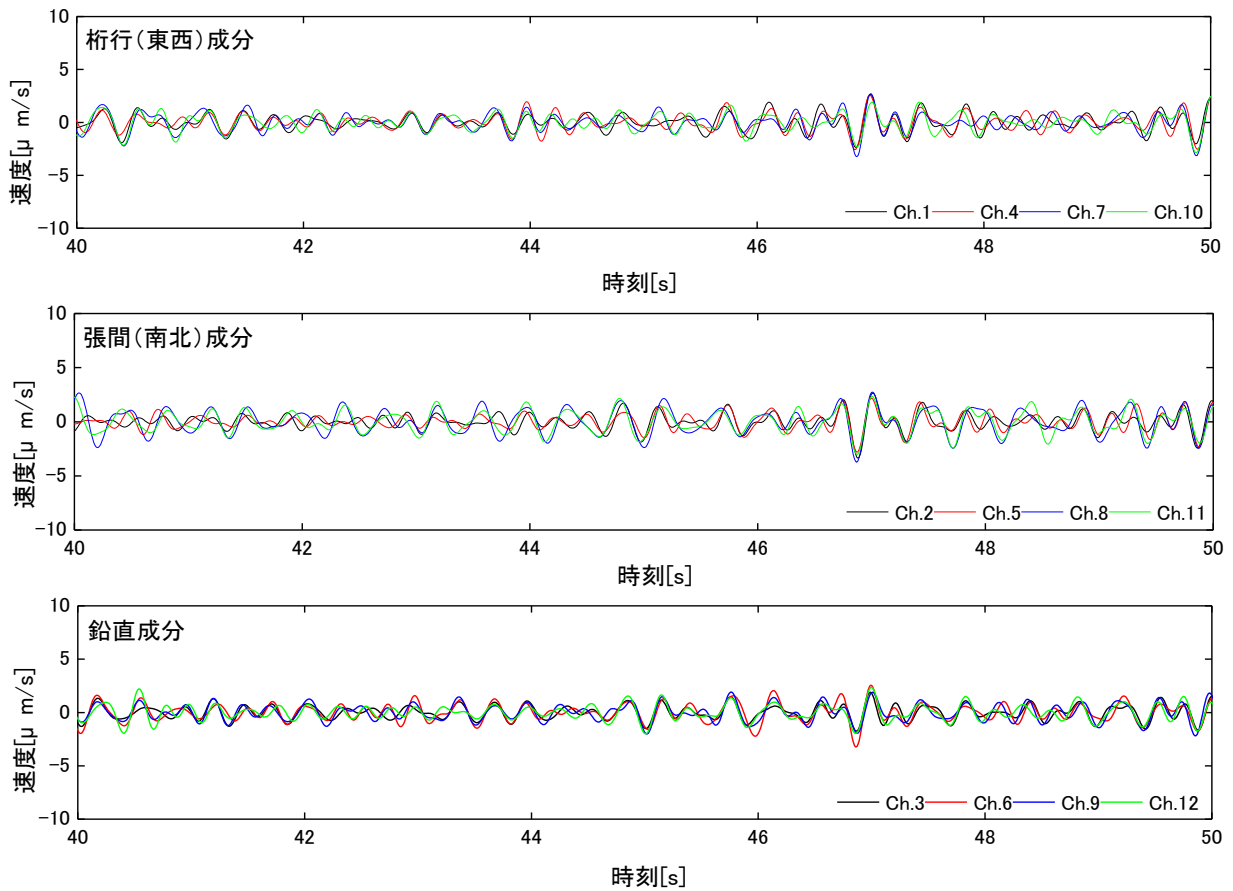


図 2-23 計測ケース 3-3 の微動波形

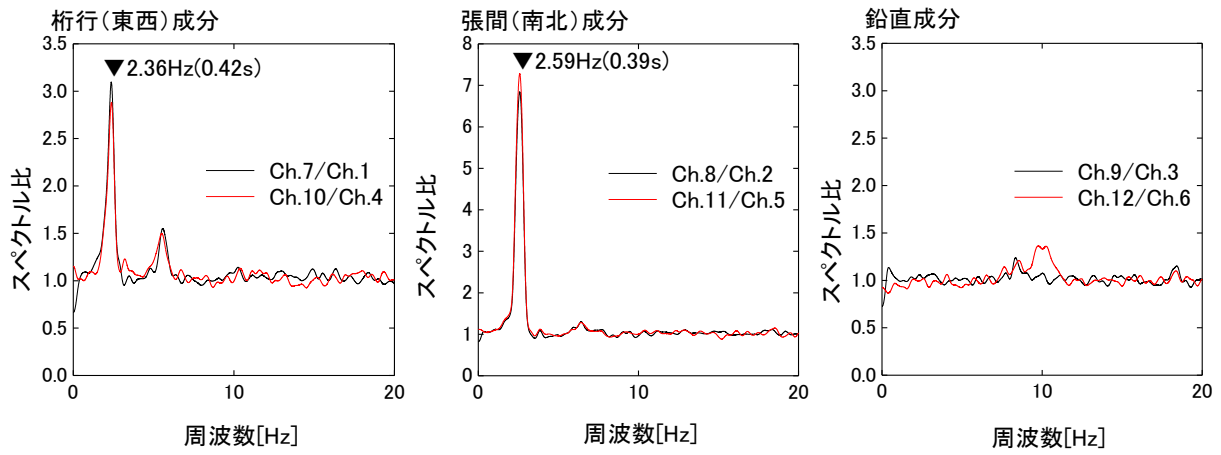


図 2-24 伝達関数 (成分別のスペクトル比)

3. まとめ

静岡県裾野市市役所の常時微動測定を行い市庁舎建物の振動特性を調査した。調査結果を以下にまとめる。

- (1) 計測ケース 3-1 および計測ケース 3-2 より、桁行方向の卓越周期は 0.43s, 張間方向の卓越周期は 0.37s であった。
- (2) 計測ケース 3-6 および計測ケース 3-7 より、1 階床面は中折れ挙動は示さず、水平方向に並進運動をしているが、鉛直方向には床面がバタついてねじれ挙動を示す場合があると考えられる。
- (3) 計測ケース 3-5 および計測ケース 3-4 より、地下 1 階床面は中折れ挙動は示さず、水平方向に並進運動をしているが、鉛直方向には床面がバタついてねじれ挙動を示す場合があると考えられる。
- (4) 計測ケース 3-3 より、地下 1 階床レベルから 1 階床レベルにかけて、桁行方向には 2.4Hz, 張間方向には 2.6Hz の周波数をピークに増幅を生じ、鉛直方向には振動の増幅が殆ど生じていないと考えられる。

2011 年 10 月 30 日