大規模宅地造成による切土盛土地盤の地震動特性の評価

関口徹¹⁾、中井正一²⁾

1) 正会員 千葉大学大学院工学研究科、准教授 博士（工学）

e-mail : tsekiguc@faculty.chiba-u.jp

2) 正会員 千葉大学大学院工学研究科、教授 工博

e-mail : nakai@faculty.chiba-u.jp

要 約

大規模に宅地造成が行われた千葉市おゆみ野地区、八王子市多摩ニュータウンの一部の地区を対象に、微動単点観測と表面波探査を行った。さらにおゆみ野地区については多数のボーリングデータをもとに25mメッシュ単位での表層地盤モデルを作成し地震応答解析を行い、微動や地震観測記録と比較するなどにより同地区の地盤震動特性の検討を行った。その結果、盛土地盤における微動H/Vスペクトルの卓越周期は、造成前の谷地形に軟弱層が堆積していない場合は盛土厚と高い相関が見られた。一方、谷津のような腐植土等の軟弱層が谷地形に堆積している場合は、軟弱層の影響を大きく受けるため微動H/Vスペクトルの卓越周期と盛土厚との相関は低かった。よって、宅地造成された地盤での地震動特性には、造成前の地盤種別や地形分類が大きく影響すると考えられる。

キーワード： 造成地、表層地盤、微動観測、地震観測

1. はじめに

近年の地震において、丘陵地を造成した宅地で家屋被害が多く見られている^{例えば1)}。これらは谷であった場所を埋め戻した谷埋め盛土地盤での地滑りが直接の原因であることが多い。国土交通省はそのような大規模盛土造成地に対して、宅地耐震化促進事業によって滑動崩落防止などの耐震性向上の促進を行っている。それにより自治体では、旧地形と現地形の比較から大規模造成地の位置を示したマップが作成され、ホームページ等で公表されている。さらに2次調査が行われる場合は、ボーリング調査だけでなく、盛土部の剛性等を調べる表面波探査などの詳細な調査が行われている。

谷埋め盛土地盤のような人工地盤では、地滑り等の危険性だけでなく、周辺の切土地盤に比べて地盤震動特性が大きく異なり、それらが家屋被害に影響する危険性も考えられる。また大都市郊外では、ニュータウン等で大規模宅地造成が行われ、現在人工造成地として平坦な地形となっている地区が多く存在するが、それらの地区では切土、盛土のいずれかが行われたかによって地点ごとに地震時の地盤震動特性や建物被害が大きく異なると考えられる。

森ら²⁾は造成地の谷埋め盛土地盤において地震観測を行い、観測された地震動の計測震度は基本的に盛土層が厚くなるほど大きくなることを示している。しかし計測震度に着目しており、地震動の周期特性（表層地盤の増幅特性）と盛土厚の関係などの検討はされていない。

そこで本研究では、大規模に宅地造成が行われた千葉市おゆみ野地区、八王子市多摩ニュータウンの

一部の地区を対象に、微動単点観測と表面波探査を行い、地形図とボーリング資料に基づき切土盛土地盤の地盤震動特性の評価を行う。さらに、おゆみ野地区については多数のボーリングデータをもとに25mメッシュ単位での表層地盤モデルを作成し地震応答解析を行い、地震観測記録と比較するなどにより同地区の地盤震動特性の広範囲での詳細な検討を行う。

2. 対象地区の地形

2.1 千葉市おゆみ野

図1に、千葉市おゆみ野地区（以下、おゆみ野）の造成前の地盤種別図³⁾を示す。本研究で対象としたおゆみ野は、千葉市南部の緑区に位置し、1977年から2006年の間に宅地開発された面積605haの国内有数の大規模ニュータウンである。この地域はもともと下総台地と呼ばれる標高30~40m程度の台地と、これを侵食して枝状に深く入り込んだ標高10~20m程度の谷津と呼ばれる腐植土層を含む軟弱な沖積低地から構成されていた。なお、図1では地盤種別として腐植土と低地を分けており、本来腐植土も同じ低地の地形であるが、腐植土は非常に軟弱であり圧密沈下だけでなく地盤震動特性にも大きく影響するため、本研究では文献⁹⁾と同様に、腐植土層のある低地を「腐植土」、腐植土層のない低地を「低地」と分類している。

図2におゆみ野の造成前後の地形図^{4, 5)}から求めた標高差を示す。地形図について、縮尺は造成前後^{4, 5)}でそれぞれ1/1000, 1/2500であり、等高線はそれぞれ1m, 2m刻みである。よって推定される標高差には最大2m程度の誤差が含まれる。宅地造成によって台地が削られ、その土で低地が埋められ、15m以上盛土されている地点も見られる。現在は東から西へ緩やかに傾斜する比較的平坦な地形となっている。

図3に、図2の西側のA-A'ラインにおける造成前後のボーリング調査に基づく地質断面を示す。また圧密促進工事（サンドドレーン、サンドマット）が行われた範囲をあわせて示す。なお、3つのボーリング地点は造成前後でほぼ同じ位置で行われている。造成前ではN値がほぼ0の軟弱な腐植土と粘性土が15m程度堆積しており、造成により6~16m程度の盛土が行われ、その結果腐植土と粘性土の層が圧密され、特に圧密促進工事が行われたa3地点では腐植土と粘性土のN値が0よりも大きくなっている。腐植土と粘性土の圧密沈下量はa3地点で最大6.27mであるが、これは一次圧密の理論で計算した値に近く、圧密度はほぼ100%である。盛土はおもに台地を削ったものであり、層厚2m程度のローム等も含むが多くはこの地域の下総台地に見られる洪積砂質土からなると考えられる。

図1 おゆみ野の造成前の地盤種別図¹⁾と微動観測点

図2 おゆみ野の造成前後の標高差と各種観測点

図3 A-A' ラインの造成前後の地質断面

図4(a), (b)に、図2に示す谷津に沿ったC-C'ラインのボーリング資料に基づく造成前後の地質断面を示す。ここで工学的基盤とはN値50以上が連続して測定される層としている。図3と同様に、谷津地形にみられる軟弱な腐植土や粘性土の層があわせて10m以上堆積しており、造成によってその上に10m程度の盛土がされている。またそれらの軟弱な層は盛土によって圧密され造成前より薄くなっている。

図4 C-C'ラインの造成前後および表層地盤モデルの地質断面

図5 多摩ニュータウン（南大沢駅周辺）の造成前後の標高差と微動観測点

2.2 八王子市多摩ニュータウン

多摩ニュータウンは、多摩市、稲城市、町田市、八王子市にまたがる日本最大のニュータウンである。造成前、この地域は大部分が多摩丘陵と呼ばれる丘陵地だったため、その表層には関東ロームが堆積していることが多く、軟弱な沖積低地は、多摩川等の河川周囲を除き非常に少ない。

図5に対象とした八王子市南大沢駅周辺地区（以下、多摩ニュータウン）の造成前後の標高差⁶⁾を示す。最大で33mの盛土がなされており、大規模に宅地造成が行われたことが分かる。しかし、おゆみ野とは異なり、現在も造成前の地形の特徴を残す地域が散在しており、必ずしも平坦とは言えない地形である。

3. 微動単点観測結果と造成前後の標高差の関係

切土と盛土が行われた地点の地盤振動特性を把握するため、図1, 5にそれぞれ印で示すおゆみ野229地点と多摩ニュータウン38地点で微動単点観測を行った。固有周期2sの速度計（ANET製、GEODAS2-2S3D）により3成分の微動をサンプリング周波数200Hzで10分間観測した。記録波形が定常性を保っていると考えられる20.48sのデータを10個以上作成し、H/Vスペクトル⁷⁾を求めた。スペクトルの平滑化（Parzenウィンドウ）はバンド幅を0.2Hzとした。

図6におゆみ野、多摩ニュータウンそれぞれの観測点での造成前後の標高差と、微動H/Vスペクトルの卓越周期の関係を示す。ここで、H/Vスペクトルに明瞭なピークが見られなかった場合の卓越周期は0.05sとして点線の下に示している。また、おゆみ野では地盤種別ごとに印を変えて示してあり、多摩ニュータウンでは観測ラインによって印を変えている。おゆみ野では、卓越周期と造成前後の標高差に相関はあまり見られない。卓越周期が長くなるのはおもに地盤種別が腐植土と低地の地点であり、特に腐植土の地点は標高差（盛土厚）にかかわらず周期が長い。一方、丘陵地であったため軟弱層がほとんどないと考えられる多摩ニュータウンでは一定の相関が見られた。特に、同一の谷での観測であるライン1、ライン2でそれぞれ個別に着目すると、標高差に応じて微動H/Vスペクトルの卓越周期が直線状に伸びていることがわかる。

図7に、両地区の代表的な盛土地点としておゆみ野（図2のB1地点）、多摩ニュータウン（図5のB2地点）のボーリング柱状図をそれぞれ示す。両地点の盛土厚はそれぞれ10, 15m程度であるが、おゆみ野では盛土の下部に軟弱な腐植土層を含む沖積層（完新統）が見られるが、多摩ニュータウンではそれらが見られず、洪積層（更新統）であるローム層の上に直接盛土されている。

以上のことから、おゆみ野では盛土層以深の軟弱層の影響を受けるため、微動H/Vスペクトルの卓越周期と標高差（盛土厚）との相関は高くないと考えられる。一方、盛土層以深に軟弱層が無い多摩ニュータウンでは標高差と卓越周期に相関が見られる。よって、宅地造成された地盤での地震動特性には、造成前の地盤種別や地形分類が大きく影響すると考えられる。

図6 微動H/Vスペクトルの卓越周期と標高差の関係

図7 ボーリング柱状図

4. 微動を含む表面波探査によるS波速度構造の推定

図2に四角の記号で示すL1, L2地点で微動を含む表面波探査を行い、2地点の表層地盤のS波速度構造を推定した。2地点はともに盛土地点であり、図1の地盤種別では、L1地点が腐植土、L2地点が低地に分類される。2地点ともに小学校のグラウンドにおいて観測を行った。サーボ型速度計を使用し、UD成分のみの観測とした。対象とする表面波の波長に応じて、人工起振源による表面波の直線アレイ観測（センサ間隔L1地点0.5m, 2m、L2地点2m）と、中心と円周上にセンサを配置した微動の円形アレイ観測（L1地点では半径15m, 35m、L2地点では半径18m, 40m）を行った⁸⁾。アレイ観測の記録からF-kスペクトル解析⁹⁾により表面波の位相速度と周期の関係（分散曲線）を求めた。また、前章と同様に微動単点観測も同時に行っている。

図8に観測された微動H/Vスペクトルを黒線で示す。2地点は、地盤種別は異なるものの、ともに観測されたH/Vスペクトルに周期0.6s付近にピークが見られる。

図9に表面波探査の結果得られたL1, L2地点における表面波の分散曲線を記号で示す。2地点ともに周期0.2～0.4s付近で位相速度が400m/s以上まで急激に上昇している。しかし、それ以下の周期についてはL2地点では位相速度が150 m/s程度で変化がないのに対し、L1地点では周期0.06～0.1s付近で位相速度が250m/s程度に大きくなるなど、2地点で観測された分散曲線の周期特性は異なる。

微動H/Vスペクトルと表面波探査から得られた分散曲線に基づき、2地点の地盤のS波速度構造を推定した。表層地盤を5または6層にモデル化し、層厚と初期S波速度はボーリング柱状図を参考にし、微動結果と対応するよう各層のS波速度を試行錯誤により推定した。P波速度は地下水位が浅いためすべての層で1600m/sと仮定している。土の密度は文献¹⁰⁾を参考に盛土1600kg/m³、腐植土1200kg/m³、沖積粘性土1500kg/m³、沖積砂質土1800kg/m³、洪積砂質土1900kg/m³とそれぞれ仮定している。図8, 9の赤線はそれぞれ推定されたS波速度構造から求めたレイリー波基本モードの水平鉛直振幅比と高次モードを考慮したレイリー波の理論分散曲線¹¹⁾であり、それぞれ観測結果と概ね一致していることから推定された2地点のS波速度構造の妥当性が示唆される。

図10にL1, L2地点の推定されたS波速度構造と2地点のボーリング柱状図を示す。L1地点の盛土厚は14m程度、L2地点の盛土厚は9m程度と異なる。また、L1地点には深度14mから18mにS波速度120m/s程度の軟弱な有機質シルトと腐植土の層があるのに対し、L2地点には最も地盤のS波速度が低い地点でも160 m/s程度とL1地点のように軟弱な層はない。このように、H/Vスペクトルの卓越周期は同程度であっても

図8 微動のH/Vスペクトルと推定S波速度構造の理論水平鉛直振幅比

図9 微動の分散曲線と推定S波速度構造の理論分散曲線

図10 推定S波速度構造とボーリング柱状図

2地点の地盤構造は大きく異なる。これらのことから、盛土された地点の地盤振動特性には、盛土厚だけでなく、それ以深の沖積層と見られる軟弱な層が大きく影響していると考えられる。

5. 地震観測

おゆみ野において盛土と切土の地点における地震動特性を把握するため、図2に正方形印で示す盛土上のS1地点と切土上のS2地点の2地点で地震観測を行った。地震計はK-NET95を使用し100Hzでサンプリングしている。設置方法は、既製品のコンクリート版を重ねて基礎として地盤上に数cm根入れして置き、その上に地震計を設置した。地震計の設置方位は敷地と平行にし、観測記録を水平方向に回転して使用した。

表1に観測された5つの地震の緒元を、2地点の地震記録の水平2成分を合成した最大地動加速度（PGA）と速度（PGV）および計測震度とともに示す。両地点は800m程度しか離れていないにもかかわらず、最大地動加速度や速度が大きく異なり、マグニチュードの小さい地震では切土上のS2地点の加速度と速度が大きい傾向にあるが、マグニチュード7.0の地震では盛土上のS1地点の最大地動速度の方が大きい。

図11に観測された加速度地震記録のS1地点とS2地点のフーリエスペクトル比を5つの地震について灰細線で重ねて示す。ここでスペクトル比の表示範囲は記録のS/N比が10以上となる周期0.1~1.0sとした。スペクトルの平滑化（Parzenウィンドウ）は、微動H/Vスペクトルと同様にバンド幅を0.2Hzとした。異なる地震の記録であるにもかかわらずスペクトル比は比較的安定している。スペクトル比の周期特性には両地点のサイト特性が影響しており、長周期側の周期0.6s付近に見られるピークは軟弱層に盛土されたS1地点の固有周期に、短周期側の周期0.2-0.3s付近の1より大幅に小さくなる谷の部分はS2地点の固有周期によるものであると考えられる。

表1 観測記録が得られた地震の諸元と地震動指標

日付	時刻	震央地名	M_J	震央距離 (km)	震源深さ (km)	2成分合成最大地動加速度 (cm/s^2)		2成分合成最大地動速度 (cm/s)		計測震度	
						S1	S2	S1	S2	S1	S2
2011/12/08	05:43	房総半島南方沖	4.5	120	70	1.96	3.43	0.08	0.12	0.5	1.0
2011/12/10	13:19	千葉県北西部	4.1	17	80	3.44	11.57	0.14	0.44	1.1	1.9
2011/12/12	14:13	茨城県沖	4.7	80	10	9.61	7.23	0.29	0.38	1.4	1.6
2011/12/22	17:41	千葉県北西部	4.1	5	80	3.98	13.34	0.21	0.38	1.1	1.7
2012/01/01	14:29	鳥島近海	7.0	480	370	30.52	31.43	4.33	3.01	3.5	3.4

図11 地震記録のフーリエスペクトル比と理論伝達関数の比

6. ボーリング資料に基づく地盤震動特性の評価

6.1 表層地盤モデルの作成

筆者らはこれまで被災地区等の特定の範囲の地区において、多数のボーリング資料に基づき分割したメッシュ単位で表層地盤S波速度構造を推定したモデルを作成し、そのモデルから計算される表層地盤の非線形増幅特性の妥当性を、地震観測記録や地震被害分布との比較などで検討してきた^{12, 13)}。

本研究においても既報¹³⁾と同じ手法により、対象範囲内約600本のボーリング資料から各25mメッシュにおける地盤の土質およびS波速度構造の推定を行い、表層地盤の地震動増幅特性（伝達関数）を求めた。図12に使用したボーリング資料の位置と分割した25mメッシュを示す。ここで、図1の地盤種別に基づき対象範囲を、腐植土層を含む低地（以下、腐植土）、腐植土層を含まない低地（以下、低地）、斜面、台地の4種類に分類し、同一の地盤種別内のボーリング資料で補間を行っている。また、各メッシュの盛土層厚については、低地、斜面に分類された地点では造成前後の標高差の値を用いた。腐植土では、盛土による下部の腐植土層、粘性土層の圧密沈下が大きく生じ、標高差よりも盛土厚が大きくなるため、ボーリング資料から得られる盛土厚を用いた。

図4(c)に推定された表層地盤モデルの図2のC-C'ラインにおける断面を示す。ボーリング資料から作成した(b)の断面と比較するとおおむね良好に地質断面が再現されている。

図12 おゆみ野のボーリング位置と表層地盤モデルメッシュ

6.2 観測記録との比較

図13に表層地盤モデルの推定されたS波速度構造を用いて重複反射理論から求めた地盤の固有周期と、微動単点観測から得られたH/Vスペクトルの卓越周期を示す。谷津であった腐植土や低地に分類される地点で周期が長くなるなど、H/Vスペクトルの卓越周期とモデルの固有周期には一定の相関が見られる。

図14に微動H/Vスペクトルの卓越周期とその地点近傍メッシュの推定された地盤の固有周期との関係を地盤種別ごとに示す。相関係数 R は0.75となり、両者はある程度相関があると言える。また、地盤種別で比較すると、モデルの卓越周期が腐植土と低地で長めに、斜面と台地で短めに評価されるという結果になった。

図11には、S1, S2地震観測点に対応するメッシュの地盤モデルから求めた2点間の理論伝達関数の比を緑線で重ねて示してある。表層地盤モデルから求めた理論伝達関数の比は観測結果を概ね再現できており、推定されたモデルの妥当性が示唆される。

図 13 微動 H/V スペクトルの卓越周期と表層地盤モデルの固有周期の分布

図 14 微動 H/V スペクトルの卓越周期と表層地盤モデルの固有周期の関係

6.3 地震動特性の評価

推定された各メッシュの1次元のS波速度構造に対して周波数依存型の減衰となる等価線形解析¹⁴⁾により地表での地震動と各層のせん断ひずみを求めた。地盤のせん断剛性および減衰のひずみ依存性は文献¹⁵⁾を参考に設定した。工学的基盤への入力地震動は告示波(平成12年建設省告示第1461号)とした。

谷埋め盛土地盤では盛土が水平成層ではなく不整形であるため、特に盛土端部の斜面上における地震動特性に不整形性が影響する可能性があるが、斜面の形状を詳細に評価するためのボーリング資料がないことと、広域での地震動特性を評価することを目的としていることから、ここでは1次元のみの解析を行っている。

図15に解析から得られたPGA、PGVの分布を示す。PGVの分布については腐植土や低地に分類される地点で大きくなる傾向があるが、PGAの分布では腐植土の地点で小さくなっている。

図16に解析から得られたPGA,PGVに関するメッシュの度数分布を、地盤種別ごとにその平均値とともに示す。また、地盤の非線形性を考慮しない線形解析の結果もあわせて示している。腐植土と低地では、等価線形解析の結果が線形解析の結果と比べ、PGAは小さくなり、PGVは大きくなっている。斜面と台地では、PGA,PGVともに等価線形解析でより大きくなっている。地盤種別で比較すると、PGAについて線形解析では腐植土と低地で平均値が大きくなるのに対し、等価線形解析では斜面で最も大きくなり、腐植土で最も小さくなる。

図17に腐植土、斜面の代表的な地点における線形解析、等価線形解析時の伝達関数、告示波の加速度応答スペクトルを併せて示す。腐植土の等価線形解析では、線形解析に比べ地盤の固有周期が長くなるとともに周期0.1s付近の短周期における増幅率が小さくなっている。これにより、短周期成分の影響を受けやすいPGAが減少し、長周期成分の影響を受けやすいPGVが増加したものと考えられる。一方、斜面については線形解析では0.1s程度だったピーク周期が、等価線形解析では0.2s程度まで長くなり、入力に使用した告示波の卓越周期により近づいたため、斜面ではPGA,PGVともに等価線形解析で大きくなったと考えられる。

以上のことから、一般に地盤が悪いとされる腐植土や低地に分類される地点で、必ずしも地表での加速度が大きくなるとは限らないことがわかる。しかし、建物被害等に大きく影響すると考えられる地表での速度については、長周期側に地盤の固有周期をもつ腐植土や低地に分類される地点で、台地に比べ最大1.5倍程度大きくなっている。これは表1のマグニチュード7.0の長周期成分を多く含む地震観測結果においても振幅が小さいながらその傾向が見られる。また、線形解析と比べ地盤の非線形性を考慮することで、地表での地震動の分布が大きく変化することがわかる。

図 15 推定された最大応答値の分布

図 16 推定された PGA, PGV に関するメッシュの度数分布

図 17 表層地盤モデルの理論伝達関数と告示スペクトル

7. 結論

大規模宅地造成が行われた八王子市多摩ニュータウンにおいて微動観測、千葉市おゆみ野地区においてさらに表面波探査、地震観測、表層地盤モデルの作成を行い、切土盛土地盤の地盤震動特性の評価を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 盛土地盤における微動H/Vスペクトルの卓越周期は、谷津のような腐植土等の軟弱層が谷地形に堆積している場合は、軟弱層の影響を大きく受けるため微動H/Vスペクトルの卓越周期と盛土厚との相関は低い。一方、造成前の谷地形に軟弱層が堆積していない場合は盛土厚と高い相関が見られる。

- 2) 宅地造成された地盤での地震動特性は、造成前の地盤種別や地形分類が大きく影響するため、盛土層の厚さだけで評価することはできない。
- 3) 地震観測と地震応答解析の結果、腐植土や低地に分類される盛土が行われた地点で、必ずしも地震時の最大地動加速度が切土の台地に比べ大きくなるとは限らないことがわかった。しかし、最大地動速度については、長周期側に地盤の固有周期をもつ腐植土や低地に分類される地点で、台地に比べ最大1.5倍程度大きくなる結果が得られた。

謝 辞

本研究を実施するに当たり小松憲君、田嶋祐太君、高橋克昌君の協力を得た。表面波探査にあたり千葉市立有吉小学校、泉谷小学校に協力をいただき、ボーリング資料も提供していただいた。地震観測にあたり、千葉市立有吉小学校、千葉市緑消防署の協力をいただいた。独立行政法人都市再生機構と東京都土木技術支援・人材育成センターよりボーリング等の資料を提供していただいた。レイリー波の理論分散曲線と水平鉛直振幅比の計算には、東京工業大学名誉教授齋藤正徳氏のプログラムを使用させていただいた。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 日本建築学会：2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報, 2011年, pp. 76-82.
- 2) 森友宏, 中尻智大, 松下克也, 川崎淳志, 佐藤真吾, 渦岡良介, 風間基樹：造成地の旧地形形状が地震応答に及ぼす影響, 第45回地盤工学研究発表会, 2011年, pp. 1479-1480.
- 3) 都市再生機構：地盤種別図（千葉市おゆみ野）, 1981年.
- 4) 都市再生機構：千葉東南部地区現況計画重図, 1981年.
- 5) 千葉市都市計画課：千葉市都市図, 2001年.
- 6) 東京都土木技術支援・人材育成センター：大規模宅地造成地の地盤改変図, 2006年.
- 7) 時松孝次, 新井洋：レイリー波とラブ波の振幅比が水平鉛直スペクトル比に与える影響, 日本建築学会構造系論文第511号, 1998年, pp. 69-75.
- 8) Tokimatsu, K.: Geotechnical site characterization using surface waves, Proc. IS-Tokyo'95 1st Intl. Conf. on Earthquake Geotechnical Engineering, Tokyo, Vol. 3, 1997, pp. 1333-1368.
- 9) Capon, J.: High-Resolution Frequency-Wave Number Spectrum Analysis, Geophysics, Vol. 34, No. 1, 1969, pp. 21-38.
- 10) 地盤工学会：土質試験の方法と解説, 1990年, pp. 121.
- 11) Tokimatsu, K., Tamura, S. and Kojima, H. : Effects of Multiple Modes on Rayleigh Wave Dispersion Characteristics, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 118, 10, 1992, pp. 1529-1543.
- 12) 村方賢介, 関口徹, 中井正一：地質断面を考慮した地盤モデルに基づく地震動増幅特性の評価, 日本地震工学会大会－2009梗概集, 2009年, pp. 210-211.
- 13) 関口徹, 中井正一：千葉市美浜区の液状化被害に与えた表層地盤構造の影響, 日本地震工学会論文集, 第12巻, 第5号（特集号）, 2012年, pp. 21-35.
- 14) 杉戸真太, 合田尚義, 増田民夫, 悦永賢司：周波数特性を考慮した等価線形化手法に関する一考察, 第28回土質工学研究発表会, 1993年, pp. 1129-1132.
- 15) 今津雅紀, 福武毅芳：砂礫材料の動的変形特性, 第21回土質工学研究発表会, Vol. 1, 1986年, pp. 509-512.

（受理：2015年（ ' ）

（掲載決定：2015年- % ）

Evaluation of Ground Motion Characteristics of Residential Development Area at Large Scale

SEKIGUCHI Toru ¹⁾ and NAKAI Shoichi ²⁾

1) Member, Associate Professor, Graduate School of Engineering, Chiba University, Dr. Eng.

2) Member, Professor, Graduate School of Engineering, Chiba University, Dr. Eng.

ABSTRACT

In recent earthquakes, a large number of houses on a filled valley ground were collapsed due to earthquakes vibration and landslides. In this study, ground motion characteristics of a filled valley were estimated by microtremor measurements and earthquake observations, at Oyumino in Chiba-city and Tama-Newtown in Hachioji-city. In these places, residential areas were developed on a large scale. The shear-wave velocity structure of the surface layers is modeled based on a large number of borehole logs in Oyumino. This model represents well the structure of the surface soil in Oyumino, and reproduces a suitable soil dynamics behavior, when compared to H/V ratios of microtremor. Based on the constructed soil model, vibration characteristics such as maximum amplification factors have been computed from the multiple reflection theory. In addition, we have evaluated peak ground acceleration (PGA) and peak ground velocity (PGV) by the equivalent linearizing analysis. By using these data, the ground motion characteristics of a filled valley ground were estimated.

Key Words: Filled Valley, Surface Soil, Microtremor Measurement, Seismic Observation