名古屋大学東山キャンパスの地形改変の変遷と表層地盤の振動特性に関する研究

名古屋大学工学部社会環境工学科建築学コース
飛田研究室　　岡本英之

1. はじめに

日本は国土に占める山地、丘陵地、台地の割合が大きい為、不整形な地形も建設地として利用している。その際、地形改変が行なわれることが多く、名古屋大学東山キャンパスもその例の 1 つである。昭和 20 年代から始まったキャンパス建設に伴い、大規模な地形改変が数回にわたって行われてきた為、表層地盤構造は大きく変化している。このような変化は建築設計にあたり重要な条件となる。2000 年 6 月の建築基準法改正に伴い、限界耐力計算法が導入され工学的基盤以浅の増幅特性を考慮するようになったこともあり、現在、表層地盤構造を把握することは非常に重要な課題となっている。

本研究では地形図をデジタル化して地形の特徴と変化を定量的に捉え、新旧地形図を用いて切り盛り分布を作成することにより表層地盤構造の把握を試みている。この方法は地形図のデジタル化の作業精度や作業量に問題があったが、現在では GIS（地理情報システム）の発達により、比較的容易にかつ精度よくデータ作成ができるようになった。また、最近は防災・施設管理・地形など多分野で GIS の活用が増えており、今回作成する切り盛り分布は、ボーリングや建物データなどを加えることで、より利用価値の高いデータになる可能性を持っている。

2. 東山キャンパスの地形改変の変遷と切り盛り分布

本研究で考察する明治 24 年～平成 13 年までの 20 枚の地形図から、注目すべき地形改変が見られる 6 枚の地形図を図 1～6 に示す。等高線間隔は図 1 と図 2 が 5m、図 3～図 6 が 10mとなっている。

明治 24 年の地形図から見ていくと、東山キャンパスの原地形は複数の尾根や谷が存在する起伏の激しい丘陵地であったことがわかる。そして昭和 12 年時点で現在の中央図書館裏にあった池が埋め立てられており、この周辺は現在でも周囲と比べて地盤条件が悪いことが予想される。昭和 17 年の理学部の東山キャンパス移転にともない、この後、初めて大規模な地形改変が行なわれる。昭和 22 年の地形図を見ると、現豊田講堂から工学部 2 号館に至る尾根や、現工学部 8、9 号館周辺の尾根が切り土されていることがわかる。また校舎が造られた鏡ヶ池の東側地区の谷は、盛り土されていることがわかる。昭和 43 年の地形図では現在の地形状況に大きく近づいており、昭和 22 年～昭和 43 年の間にも大規模な地形改変が行なわれたことがわかる。地形改変場所としては、鏡ヶ池東側部分の埋め立て、現工学部 2 号館から 3 号館に至る尾根のさらなる切り土、キャンパス南西部の 2 つの尾根の切り土とそれに挟まれた谷の盛り土、南東端のグランド造成の為の谷の盛り土が挙げられる。昭和 61 年の地形図では鏡

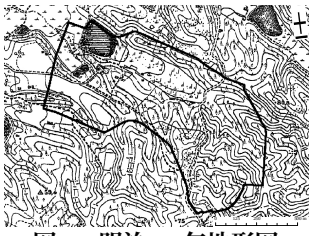
図 1　明治 24 年地形図

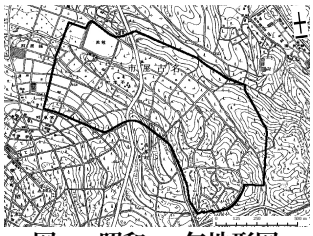
図 2　昭和 12 年地形図

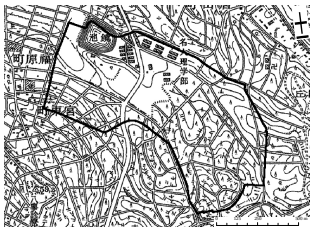
図 3　昭和 22 年地形図

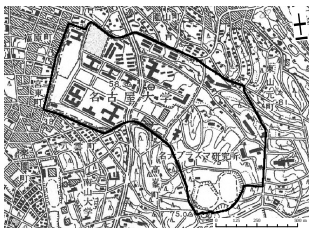
図 4　昭和 43 年地形図

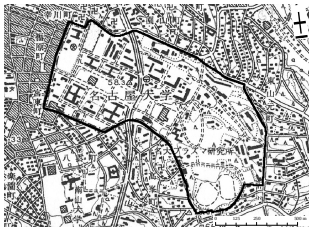
図 5　昭和 61 年地形図

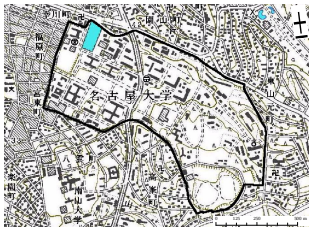
図 6　平成 13 年地形図

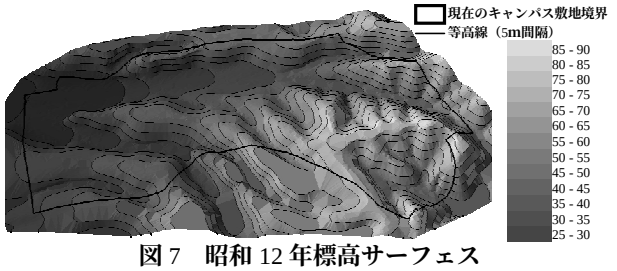

図 7　昭和 12 年標高サーフェス

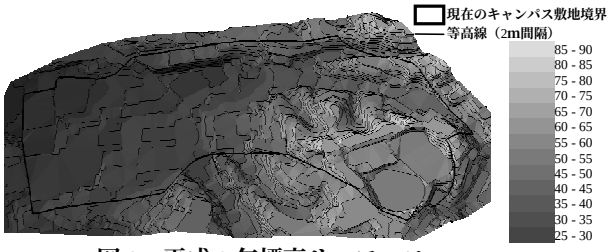

図 8　平成 9 年標高サーフェス

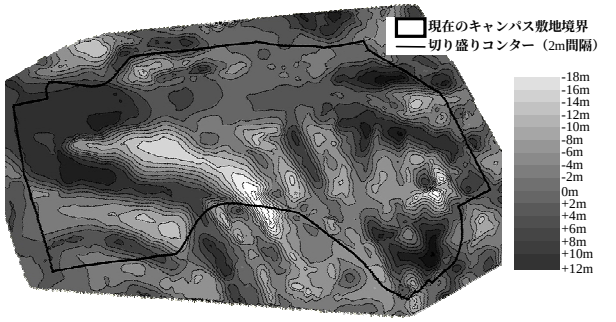

図 9　切り土・盛り土分布

ヶ池の東側半分が埋め立てられ現在の形となっており、その後は大きな地形改変もなく平成 13 年の地形状況に至っている。

次に原地形として昭和 12 年、現在の地形として平成 9 年の地形図を使い、GIS を用いて標高サーフェスを作成した。図 7 から東山キャンパスの原地形は、複数の尾根や谷が存在する丘陵地であったことがより視覚的に理解できる。図 8 では地形改変が進み、直線の多い人工的な等高線となっていることがわかる。この 2 つのサーフェスの標高差から作成した切り盛り分布を図 9 に示す。これと図 7 を照らし合わせてみると、原地形の尾根の部分が切り土され、谷の部分が盛り土されている傾向が伺える。切り土厚さは豊田講堂南側が最大で約-16m となり、逆に盛り土厚さは南東端のグランドが最大で約+10m となっている。なおこの切り盛り分布は、元となる地形図の図式の違いによる GIS 上でのずれ、等高線間隔の違いによる情報量の大小、サーフェス作成時の等高線補間精度などの問題で、水平方向で数 m 程度の誤差が考えられる。

3. 常時微動によるキャンパス内の地盤振動特性

2004 年 7 月から 12 月にかけて、キャンパスを 100m メッシュに区切った各交点、計 30 点で微動アレイ探査と 3ch 微動計測を行なった。ここではその結果をまとめ、先の切り盛り分布との関係を考察する。図 10 にここで触れる計測地点の配置を示すが、G5 は切り盛り分布で切り土厚さが最大となる地点、L5 は盛り土厚さが最大となる地点に最も近い計測地点である。

3.1 微動アレイ探査による S 波速度構造推定

1 辺 50m の L 字型の微動アレイ探査から表層地盤の S 波速度構造を推定し、切り盛り分布との関係を考察する。図 11 を見ると C3、L5 のような盛り土地盤上では、表層数 m の V_S が 200m/s 前後と低い値を示す傾向がある。反対に G5、K5 のような切り土地盤上では、V_S が 300m/s 以上と高い値を示す傾向があり、切り盛り分布とよく対応している。また、K5 と L5 は計測地点が 100m も離れていないが、表層数 m の V_S に 100m/s の差が出ている。しかし 25m 以深の S 波速度構造は非常に良く対応しており、同じような地盤条件でごく表層のみが切り盛りの影響を受けていることが伺える。

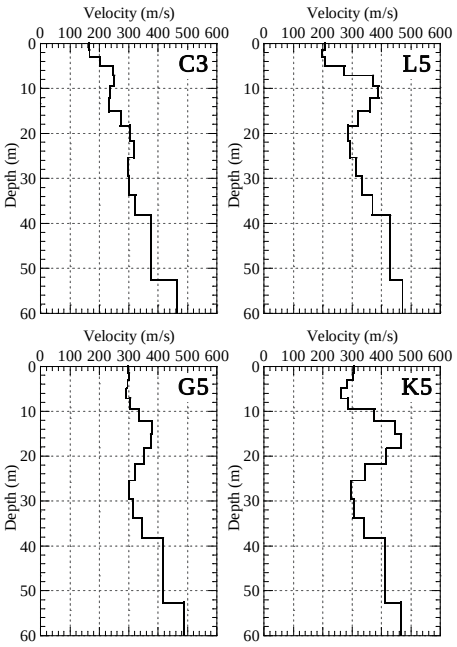

図 11　S 波速度構造

3.2 微動 H/V スペクトルと理論 H/V スペクトル

3ch 微動計測より得られた H/V スペクトルと、微動アレイ探査から得られた S 波速度構造で地盤をモデル化した結果の理論 H/V スペクトルを図 12 に示す。

K5 と L5 は 3.1 節で述べたように 25m 以深の地盤構造が似ている為、理論 H/V スペクトルは 8Hz 付近までは同じような形となっているが、それより高振動数域では L5 で高次モードにピークがみられる。K5 ではこのピークはさらに高い振動数となる為、1/4 波長則（f=Vs/4H）からごく表層の V_S が小さい層の影響であると考えられる。また微動 H/V スペクトルに関しては、理論値の高次モードほど顕著ではないが、やはり L5 で高振動数域に若干の増幅がみられる。

4. まとめ

新旧地形図と GIS を用い、切り盛り分布を作成した。その切り盛り分布と常時微動計測結果との関係を考察した所、計測結果と切り盛り分布は良い対応が見られ、精度よい切り盛り分布図を作成できたことがわかった。今後はキャンパスのボーリングデータ、建物の基礎種別データ、ハザードマップなどを加えて、GIS としてより有効に活用できるものにしていきたい。

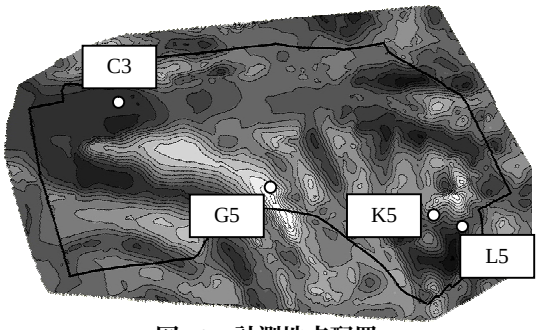

図 10　計測地点配置

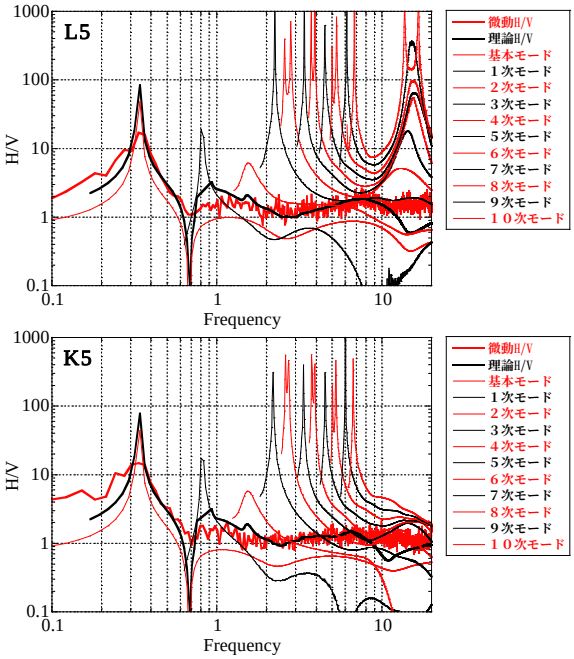

図 12　微動 H/V スペクトルと理論 H/V スペクトル