

III-54 地震時危険宅造地盤の予測と防止対策

東北工業大学工学部 正員 浅田秋江
全 上 正員 ○ 栗原益男

1978年宮城県沖地震は仙台市近郊の丘陵地に開発された宅地造成地のいたるところに無残な被害を与え、このような被害を予想だにできなかった全国の都市周辺団地に住む人々に対し大きなショックと不安を与えた。かかる貴重な経験が与えられた以上、都市周辺の丘陵地に開発された宅地造成地では早急に宅造地盤の地震時危険度を診断し、それぞれに応じた対応策をたてることが急務であろう。このような観点から本報告では地震時危険宅造地盤の予測法と防止対策案についての試案を述べたものである。

1978年宮城県沖地震による丘陵地宅造地に発生した家屋震害のパターンと地形改変様式とから宅地造成地をA型造成地（急斜面が開析された急峻な谷を完全に埋め立てた上でその谷の流下方向にヒナ段を造成したタイプ）、B型造成地（幾つもの尾根や谷をまたがり、大規模な切盛工事を行って広大な人工平坦面をつくることによって丘陵地の地形が全く改変されたタイプ）およびC型造成地（丘腹斜面を切り盛りして幅の狭い段を多数つくり出すタイプ）とに分類した。

図-1によれば、家屋震害はA型造成地では盛土厚が大になるにつれ被害率が增大するのに対し、B型造成地においては盛土厚の薄い切盛境で被害率が最も高く、盛土厚の増大とともに被害率が減少する。一方C型造成地では切盛境と盛土厚の厚い地盤で同程度の被害率を示す。しかるに、擁壁、水道管、ガス管の被害はA、BおよびC型を問わず切盛境において最も顕著に発生している。なお、いずれの被害も切土では発生していない。

切土および盛土地盤の判定は図-2に示す常時微動の波形によって行える。すなわち切土では0.3~0.5秒の振巾が0.10 μ 以下であるのに対し、盛土では0.10 μ 以上となり盛土厚が大になるにつれ振巾が増大する。盛土内での盛土厚の判定のためには切土と盛土地盤の常時微動同時観測による平均振巾差から図1・aの最上段図の実線、盛土厚(m)=235(盛土平均振巾(μ)-切土平均振巾(μ))を用いて盛土厚を推定できる。

さらに被害の予測は図-1を用いて、A型造成地の家屋被害は平均振巾差が増大すればするほど増加するのに対し、B型造成地の家屋被害およびA、Bを問わず擁壁、ガス管および水道管の被害は平均振巾差が0~0.02 μ の範囲で最も顕著であろうと予測される。つまり切盛境が最も危険であるといえる。

図-1 常時微動平均振巾差による地震時危険宅造地盤の概略予測図

切土および盛土地盤の常時微動平均巾差～盛土厚

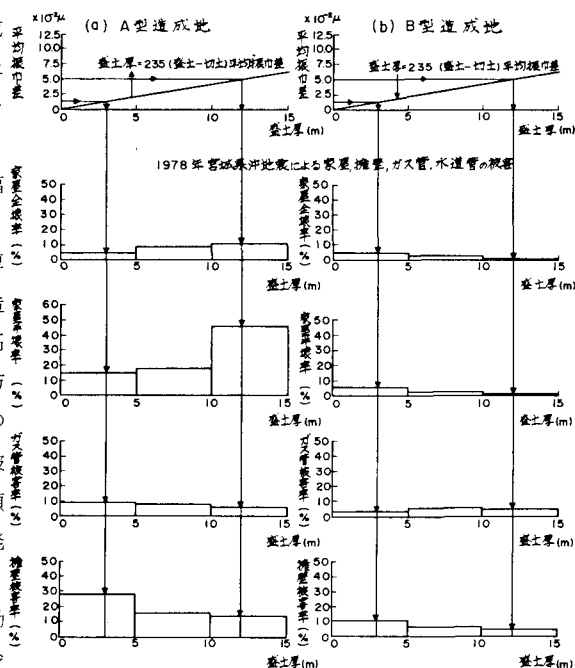
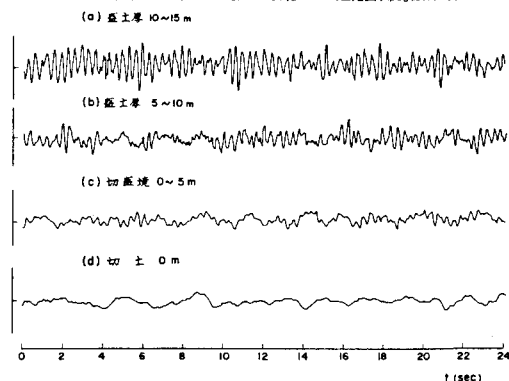


図-2 泉市南光台団地における盛土、切盛境および切土地盤の常時微動波形



広域にわたる常時微動測定によって地震時に危険度が高いと概略予測された宅地では、宅造直後の場合にはボーリングによるコア採取により空洞の有無を確認する。宅造後の年数が経過した宅地では標準貫入試験を行い地盤のN値の平均値を求める。図-3を参考にして地盤のN値の平均値が6~10程度では地震時に顕著な被害を発生するほどの軟弱な状態ではないと判断し、ある年数を経過した後に再び貫入試験を行い、軟弱化の促進程度を再確認する。一方N値の平均値が4以下を示す場合には地盤の軟弱化の程度がかなり進んでいると見て地中ヒズミ計および水管式傾斜計による変動観測を行う。観測の結果、地中ヒズミ計の日変動量絶対値が $10^2\mu$ 以上あるいは累積変動絶対値が1ヶ月で $5 \times 10^3\mu$ 以上、一方、水管式傾斜計の日平均変動量が10秒以上の場合には変動が確定的と見なされ、地震時を待たずとも常時においてもすべり崩壊の危険性が高いので早急に抑止工を施す必要がある。また、地中ヒズミ計の日変動量絶対値 $10^2\mu$ 以下あるいは累積変動絶対値が $10^2\mu$ /日以上、一方、水管式傾斜計の日平均変動量が1秒以上である場合は変動が潜在していると見なされ、地震時のすべり崩壊の可能性が高いので抑止工の検討がなされるべきである。

地震時危険宅造地盤に対する防止工としては宅造直後に地盤内に空洞が存在する場合にはグラウテンゲ薬液注入などの地盤改良工法が適当であり、また宅造後の経過年数の増大にともない軟弱化した地盤が確定変動とみなされた場合には、鋼管抑止工あるいは鋼管抑止工と擁壁の組合せによる抑止工が最適である。鋼管抑止工が最適であると述べた理由は次に述べるようにすべり防止効果と地震動軽減効果がきわめて有効であることからきている。

1978年宮城県沖地震により顕著な被害をうけた仙台市緑ヶ丘一丁目において地震後すべり崩壊の危険性が高くなったため鋼管抑止工による防止工を施した。鋼管抑止工は $\phi 318.5\text{mm}$ の鋼管内にH鋼を挿入しコンクリートを注入した基礎杭を根入長 $l/3$ とし杭間隔2mの千鳥配列で打設した。打設後1ヶ年間のヒズミ観測によればなんらの変動が見られず、すべり防止効果が充分であったことを示している。一方、抑止工による地震動軽減効果を確認するため、盛土地盤と切土地盤上に加速度型地震計をそれぞれ三成分ずつ設置して地震動観測を行った。観測された地震記録は5ヶであるがその内震度IIの記録と震度IVの記録の主要動を図-4に示した。これらの記録を比較すると、施工後の盛土地盤上の地震動振巾は切土地盤上の振巾に比べて同じかあるいは小さい。

5ヶの地震記録のスペクトルにおける最大振巾比を比較しても同様の結果が得られる。一方、施工前に測定した切土と盛土地盤との平均振巾は前述したように盛土地盤の方がはるかに大きい。これらの事実から鋼管抑止工の施工により地震動軽減効果がきわめて有効に発揮されたことがわかる。

以上に述べた予測法と防止対策については実際に適用した例もあり成功している。

図-3 N値の平均値と宅造後の経過年数

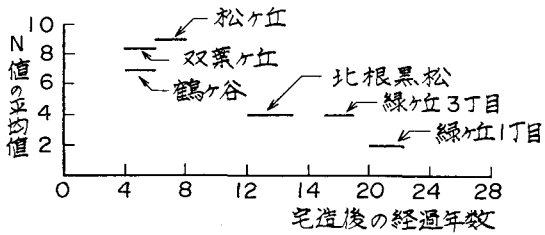


図-4 緑ヶ丘団地における地震記録

