

III-26 中越地震における斜面上の擁壁の被害調査

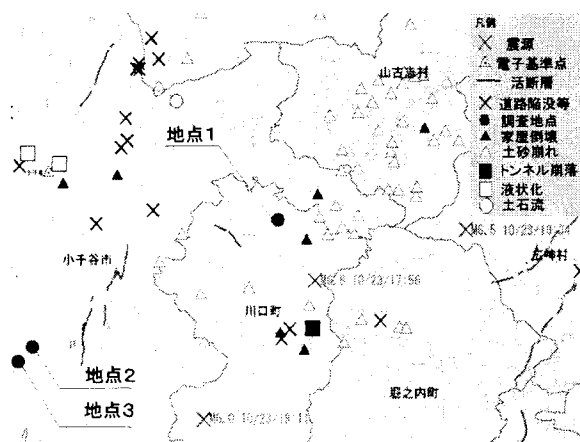
愛媛大学大学院 学○松木 保典
愛媛大学工学部 正 岡村 未対

1. はじめに

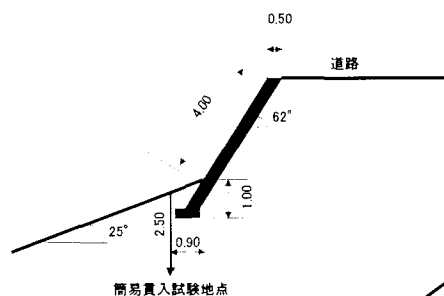
平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震により、多くの土木構造物が被害を受け、その中でも道路の被害が特に目立った。特に、山間部の道路では道路脇の擁壁の滑動により、舗装面下の盛土部が滑落し、舗装面が崩壊する被害が多く見られた。小千谷市、川口町、山古志村の山間部を対象に調査を行ったが、これらの地域の中には集落へとつながる唯一の道路が寸断され、集落が長期間にわたり孤立する状態が長く続いた場所もあった。道路脇斜面の断面形状と擁壁の規格の調査結果、およびすべり面の地質特性を基に安全率を算出し、地震によって斜面がすべり破壊をおこし、擁壁が滑動した要因を検討した。

2. 調査概要

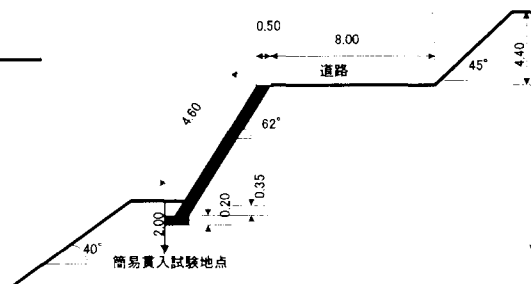
地震によって変位した道路側面の擁壁を対象に小千谷市、川口町、山古志村内の合計 20 地点余を調査した。この中で特に代表的な例として挙げる、川口町 1 地点、小千谷市 2 地点の計 3 地点の位置図を図-1 に示した。地点 1 は擁壁に水平方向 0.15m、鉛直方向 0.10m の変位が認められた地点、地点 2 は擁壁が完全に崩落していた地点、地点 3 は擁壁に全く被害が見うけられなかった地点である。また、実測により得られた地点 1~3 の斜面横断面図を図-2、3、4 に示した。



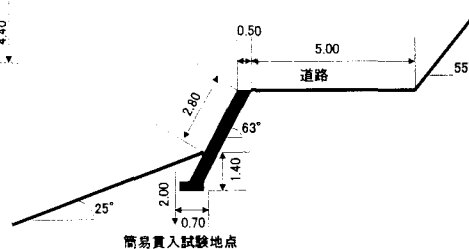
図一1 調査地位置図



图一2 地点1斜面断面图



图一3 地点2斜面断面图



图—4 地点3斜面断面图

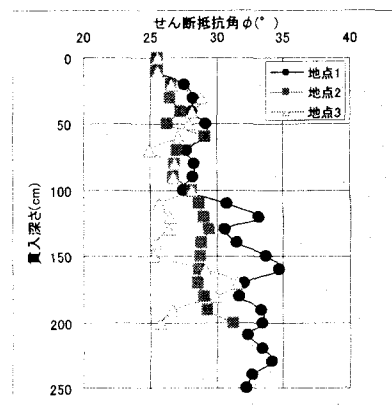
また、簡易動的コーン貫入試験により得られた貫入深さ毎の N_d 値を用いて N 値、 N_1 値を求め、最終的に深さ毎のせん断抵抗角 ϕ を算出した。以下に算出に用いた式を示す。

$$N=1.1+0.3N_d \quad \text{---①}$$

$$N_1 = 170 \text{ N} / (\sigma v' + 70) \quad \text{---} \textcircled{2}$$

$$\phi = 4.8 \log N_1 + 21 \quad \text{---} \textcircled{3}$$

ここで σ_v は鉛直応力であり、貫入深さを z 、土の単位体積重量を γ として、 $\sigma_v = \gamma z$ で表される深さ方向に関する関数である。 ϕ の算出結果は図-4 のとおりである。



図一5 各地点の深さに対するすべり面の ϕ 値

3. 安全率の算出結果からの考察

各地点毎に得られた斜面の断面形状と擁壁の規格、すべり面のせん断抵抗角 ϕ を用いてプログラミングから安全率を算出した。この際、すべり面位置に関する仮定として、すべり面が擁壁の底版かかとを通ることを仮定した。また、地震前のもとの斜面に対する安全率を算出するので、地震動による慣性力は考慮していない。擁壁に作用する土圧に関する仮定としては、水平方向に働く主働土圧とし、 $\gamma=2.0\text{tf/m}^3$ 、 $\phi=35^\circ$ 、壁面摩擦角 $\delta=(2/3)\phi$ とした。また、擁壁はいずれもブロック積み擁壁で、斜面は主に表層を砂で覆われた砂岩である。地点1～3の概要と算出した安全率を表一に示した。また、すべり面の例として、地点3において安全率が最小となるときのすべり面を図一6に示した。

擁壁が崩落し、道路が崩壊した地点2では、安全率が各地点の中で最も低い結果となった。このように他の地点より低い安全率となった理由のひとつとして斜面勾配があげられる。他の地点は斜面勾配がいずれも 25° であるのに対し、地点2ではより急な勾配である 40° であったことが関係していると考えられる。また擁壁の規格に関して、底版幅および天端幅は各地点共通で 0.5m であるが、地点2の擁壁高は 4.60m と最大であり、このことも地点2の安全率が低くなっている理由であると考えられる。また、擁壁の根入れも地点2では 0.25m と他の地点よりも浅いため、地震の際、擁壁が変位しやすかった原因ではないかと考えられる。

一方で、わずかな変位があった地点1、擁壁の変位がなく、全く被害がなかった地点3に着目すると、安全率が地点2に比べ大きかった。この理由として、擁壁高が 2.80m と低く、斜面への荷重が比較的小さいこと、斜面勾配が 25 度と緩やかであったことがあげられる。さらに擁壁の根入れが 1.40m あることから、地震動に対しての抵抗力が他の地点の擁壁に比べて大きく、擁壁に変位がなかったのではないかと考えられる。

また、斜面勾配は地点1と地点2ともに 25° で同じであるが安全率、変位量に差があった。このことについても、擁壁高は地点3より地点1のほうが大きいこと、擁壁の根入れは地点3が地点1を上回っていたことがその理由であるといえる。

4. まとめ

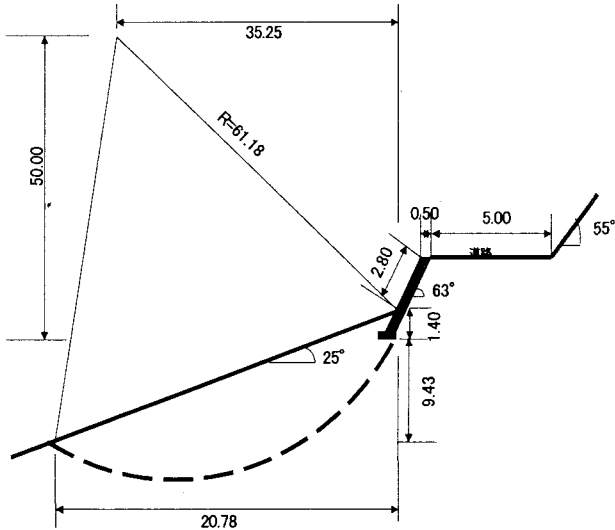
本研究では、斜面の断面形状と擁壁の規格およびすべり面の土質特性から安全率を算出した。その結果、地震動による擁壁の変位量は地震前の斜面の安全率が関係しているということが推測される。斜面の安全率を決定する要素を増やし、安全率の信頼性を向上させることによって幅広い応用が可能となり、一般的な擁壁において、ある地震動に対する擁壁の変位量が推定できるようになり、然るべき対策工を施すことによって擁壁の滑動、道路の損壊を未然に防ぐことが可能となる。

参考文献

1) 社団法人 地盤工学会：地盤調査の方法と解説(2004)
2) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説(2004)
3) 社団法人 日本道路協会：擁壁工指針(2003)

表一 各地点の斜面の断面形状、擁壁の規格および算出した安全率

地点	変位	擁壁底版幅(m)	擁壁天端幅(m)	擁壁高(m)	擁壁傾斜角(°)	すべり面 ϕ (°)	斜面勾配(°)	擁壁根入れ(m)	安全率
1	水平0.15m 鉛直0.10m			4.00	62	25~35	25	1.00	1.239
2	崩落	0.5	0.5	4.60	62	25~31	40	0.25	0.675
3	なし			2.80	63	25~32	25	1.40	1.039



図一6 すべり面の概要図(地点3)