

日本応用地質学会 東北支部

第 12 回 研究発表会講演集

2004年5月21日

日本応用地質学会
東北支部

目 次

[発表講演]

- ①2003年7月26日宮城県北部地震震源域における地震前後の地質構造比較
及び岩盤すべりの発生 1
- 東北電力(株) ○橋本 修一
山口 和英
大和地質(株) 高野 豊治
葛木 健大
- ②宮城県北部連続地震(2003.7.26)による造成盛土の被災状況と変状発生機構
—旭山撓曲付近における直下型地震災害の事例研究— 7
- (株)復建技術コンサルタント ○渡辺 敬三
山下 智士
村田 暁永
- ③斜面崩壊事例に基づく今後の急傾斜地地震災害想定への展望 13
- 応用地質(株) ○細野 哲久
根本 雅夫
塚原 光
- ④斜面崩壊量の簡易評価手法 17
- 住鉱コンサルタント(株) ○佐々木 孝雄
棚瀬 充史
小林 浩久
道路斜面防災 GIS 共同研究会
- ⑤アクティブ・ダミー法によるAEカウントシステムの構築と応用 23
- 日本大学工学部 ○田野 久貴
日本大学大学院(国際航業) 阿部 大志
- ⑥これからの水害に対する行政と住民の防災体制のあり方について
～防災体制懇談会における意見を踏まえて～ 29
- 国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所 ○吉田 桂治
(現・福島県土木部都市領域) 高橋 宏美

日本応用地質学会東北支部 第12回研究発表会

○日 時：平成16年5月21日（金）14：10～16：30

○場 所：仙台市シルバーセンター 交流ホール

仙台市青葉区花京院一丁目3番2号 TEL：022-215-3191

○講演集：3,000円

○協 賛：東北地質調査業協会

○座 長：《前半》谷藤 隆三（株）ダイヤコンサルタント）

《後半》内海 実（基礎地盤コンサルタンツ株）

プログラム概要

●開会挨拶（14：10～14：15）

田野 久貴（東北支部支部長）

●一般発表《前半》①～③編（14：15～15：15）

休 憩（15：15～15：25）

《後半》④～⑥編（15：25～16：25）

●閉会挨拶（16：25～16：30）

太田 保（東北支部副支部長）

●懇親会（17：30～）

場 所：ホテルJALシティ仙台

1F レストラン「ジョリー」

仙台市青葉区花京院1-2-12 TEL：022-216-4755

参加費：5,000円

2003年7月26日宮城県北部地震震源域における

①

地震前後の地質構造比較及び岩盤すべりの発生

東北電力(株)○橋本修一・山口和英
大和地質(株) 高野豊治・葛木健大

1. はじめに

2003年7月26日宮城県北部地震は、本震 Mj6.4 と中規模ではあったが震源が浅かったため、震源域直上の旭山丘陵を中心にした地域に地盤災害が集中した。震源断層は須江丘陵付近に延びるとされるが、地表には地震断層の痕跡は確認されなかった。

一方、同地震に伴い旭山丘陵において斜面形状、斜面を構成する地質及び地質構造と密接に関連して多くの岩盤斜面崩壊が発生した。ここでは、震源域とその周辺の地質構造を地震前後の比較観察を含めてレビューし、また、岩盤斜面崩壊状況とその特徴および崩壊の条件について考察する。

2. 地震と地質構造

(1) 震源断層, 地震断層, 活断層

2003年宮城県北部地震の余震活動域は、同年7月末までの段階で南北15km, 東西10km 範囲で西側に緩く傾斜し、旭山丘陵直下では10数kmと深くなること(気象庁)から、震源断層は旭山撓曲(石井他,1982)に連続しないことが示唆された。さらに、その後実施された臨時余震観測結果及び反射法地震探査の結果から、震源断層は、旭山丘陵の6km余り東方の須江丘陵東縁から西に傾斜する地質断層の深部延長と一致することが明らかになったとして、佐藤他(2004)はこれを「須江断層」と命名した。

須江断層は反射法探査の断面記録から解釈されるが、その存在はすでに重力異常の急変帯として古くから「盛岡白河構造線」として認識されていたゾーン内にあり、更にその南方延長の石巻湾の地質構造については、中村,(1992), Hashimoto, et al.(2000)等により位置及び形状を確認することができる。

これらの断層の形成過程については、中新世のリフト期に形成された大規模な正断層が、現在の圧縮応力場のもとで逆断層として再活動したものと解釈されている。

「須江断層」の第四紀後期の活動性は認識されていない。これは今回の地震規模(Mj6.4)が一般に地表地震断層が出現する規模より小さかったので不自然ではないが、①地形・地質学的に認識できる活断層は、震源が浅く、かつある程度大きい規模の地震の結果であって、それ未満の地震が起きない事を保証していないこと、②今回の地震も現在の応力場のもとで動きやすい「古傷」の再活動であったこと、の2点を認識しておくべきである。

(2) 旭山周辺の地質構造—2003.7.26地震の前後—

地震発生当初、旭山撓曲が活動したとの見方もあったことから、旭山撓曲に関連する地質露頭を地震発生前の露頭状況と比較検討した。

a. 地震前の調査結果

旭山丘陵及びその周辺地域に分布する新第三系中新統及び鮮新統には、概ね南北方向の軸を持つ緩やかな褶曲構造が認められる。このうち旭山丘陵中央部の中新統分布域と鮮新統分布域の境界付近では、地層が 15~40° 東傾斜する狭いゾーンがあり、旭山撓曲(石井他,1982)として認められる(図-1)。

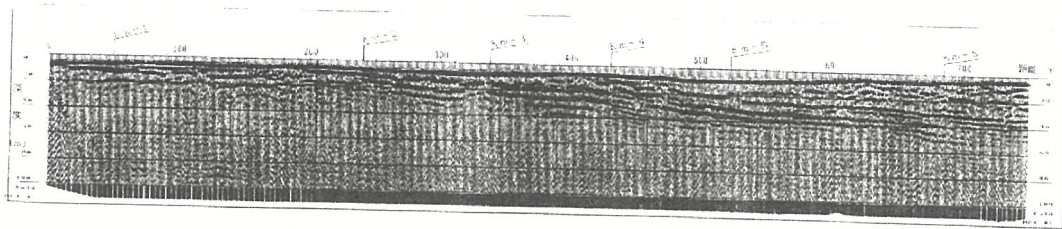
同撓曲の北部では、一部で鮮新統が西 70° 傾斜(逆転)するほど変形し、また、西傾斜の逆断層を伴う露頭も認められる一方、中部から南部にかけて傾斜は 20~15° と緩くなる(橋本・鳥越,1998)。

さらに旭山撓曲の南方延長沖積平野下においては、浅層反射法地震探査(東西測線 750 m, 震源はショットパイプ)及びボーリング調査の結果、東 10° 以下の傾斜となる(図-2。橋本, 2003)。



図-1 調査位置図

W←



→E

図-2 旭山撓曲南方平野部の浅層反射法地震探査記録

b. 地震後の調査結果

撓曲構造に関連する露頭は少なくとも 3 箇所認められたが、そのうち 2 箇所について地震前の状況と比較した結果、いずれも断層面を境にした相対的な変位は認められず、1 箇所は崖錐に覆われており露頭自体不明となっていた。また、露頭周辺には震動に伴う落石、崖崩れは認められるが、当該露頭周辺の地形に変動は観察できなかった。

撓曲構造を横切る道路や水路についても、震動による盛土の崩壊は見られたものの、水田の傾斜や、水路の水滞留、逆流、民家等の系統的傾斜などは全く観察されていない。

3. 地震による岩盤斜面崩壊

(1) 調査範囲

岩盤斜面崩壊の調査は、旭山丘陵及び須江丘陵において、山砂採取後の露頭が良好な掘削法面を主体に行った。調査箇所数は約 260 箇所、その内約 70 ヶ所に崩壊が見られた。

(2) 岩盤斜面崩壊のタイプ区分

観察された様々な岩盤斜面崩壊はいくつかのタイプに分けられる。タイプ区分にあたっては、岩盤に生じたせん断面の形態に着目し、発生した場所の地形的要因、地質・地質構造的要因も加味して区分することにより、全ての露頭が以下の崩壊タイプ(A~Gタイプ)に分類された(図-3)。

なお、崩壊タイプ区分においては、法肩 1 m 程度の軽微な崩壊や剥離は除外している。

<Aタイプ>せん断面(すべり面)は層理面にはほぼ沿っており、下方末端が底面まで達しているが、それより下方(地下)へは延長しない

<Bタイプ>せん断面(すべり面)は、ほぼ層理面に沿っており、下方末端は法面内にあり、上方、下方の両端が力学的に解放されている。このタイプは、主すべり面が単面のタイプ(B1)と複数面のタイプ(B2)に細区分した。

<Cタイプ>せん断面(すべり面)が高角度で、一般に層理面を切る。下方末端は法面内にあり、上方、下方の両端が力学的に解放されている。

<Dタイプ>せん断面(すべり面)は、原地形に調和的で、内在するシーティング節理に生ずることが多い。下方末端は法面内にあり、上方、下方の両端が力学的に解放されている。

<Eタイプ>層理面と節理面など高角度割れ目が発達した岩盤で、風化により分離、浮石状化したものが岩塊崩落する。

<Fタイプ>せん断面(すべり面)が円弧状である。このタイプは、法面の強風化岩盤が小規模に崩壊したF1タイプ、法面が全体的に崩壊するF2タイプに細区分した。

<Gタイプ>法面表層の乾湿繰り返し等で劣化した部分が、層理面に沿って小規模に剥落する。

A, B, CおよびDタイプの岩盤すべりは緩傾斜する中新統砂岩(三ツ谷層)に発生している。また、Eタイプの岩盤すべりは層理面と節理面の発達する松島層群に多く発生している。Fタイプの岩盤すべりは中新統の強風化岩盤や鮮新統の弱固結岩に主に発生している。

(3) 各崩壊タイプの発生要因および地質構造との関係

Aタイプは、褶曲や撓曲の成長に伴い形成される層面すべりと類似した形態ではあるが、すべり量は露頭の上部で大きく、下部末端では変位が無くなり地下に連続していない。B～Gタイプのせん断面は、いずれも下方末端が法面内にあって、上方および下方の両端が解放されており、地下に連続していない。これらのことから、全てのタイプの斜面崩壊は、内因性の変動に起因するものではないといえる。

次に、すべり面と地質構造との関係について検討した。すべり面が層理面に関係するA, Bタイプ、すべり面が節理に関係するD, Eタイプについて、法面、層理面または節理の方向を示す大円とすべりの方向をシュミットネット下半球に投影し、すべり方向分布を図示した(図-3)。

A, BおよびDタイプのすべり方向は、大塩背斜より東側ではESE方向からS方向に、その西側ではWNW方向からWSW方向にすべっており、概ね法面方向に移動しており、層理面または節理が流れ盤関係になっている場合が多い。Eタイプは、法面に調和方向のすべり面で崩落しており、法面と節理の方向が大きく関与している。

このように、A, BおよびDタイプの岩盤すべりは層理面または節理が流れ盤となっている個所に発生していること、Eタイプの岩盤すべりは法面に調和的な節理に関与して発生していることから、これらの岩盤すべりは、発生個所の地質構造のうち、すべり面となりうる層理面または節理の方向と地形的条件(法面方向)に関係して発生しているといえる。

以上により、旭山丘陵における岩盤斜面崩壊は、震源断層の活動による内因性の差別的な地盤変動に起因するものではなく、地震動により層理面または節理をすべり面として崩壊したものと判断した。

(4) 岩盤すべりが生じた地質条件—Aタイプの事例—

Aタイプの岩盤すべり箇所の詳細は以下のとおりである。

本地点の地質は主に三ツ谷層上部の粗粒～中粒砂岩からなり、上部は亀岡層の礫岩に不整合に覆われる。地質構造的には大塩背斜の東翼部に位置しているため、層理面(三ツ谷層中に発達する斜交層理の境界面)は東方に 25° 傾斜している。斜交層理は東西方向法面では上に凹型のカーブを示し、下方に向かって次第に低角度になり底面と接線状接触をなし、南北方向法面では舟状斜交層理の形状を有している。斜交層理の境界面付近には褐鉄鉱が濃集しており、周囲より固結度が高い。

岩盤すべりは東西方向・南向き掘削法面に、三ツ谷層の層理面 2 層準で認められる。いずれのすべり面も、厚さ数 cm～10 数 cm 程度の極細粒凝灰岩あるいは泥岩中に認められる。これらの極細粒堆積層は斜交層理形成過程において、水流の停滞期に供給された極細粒堆積物が上位層の侵蝕・堆積時に削り残されたものと考えられる。

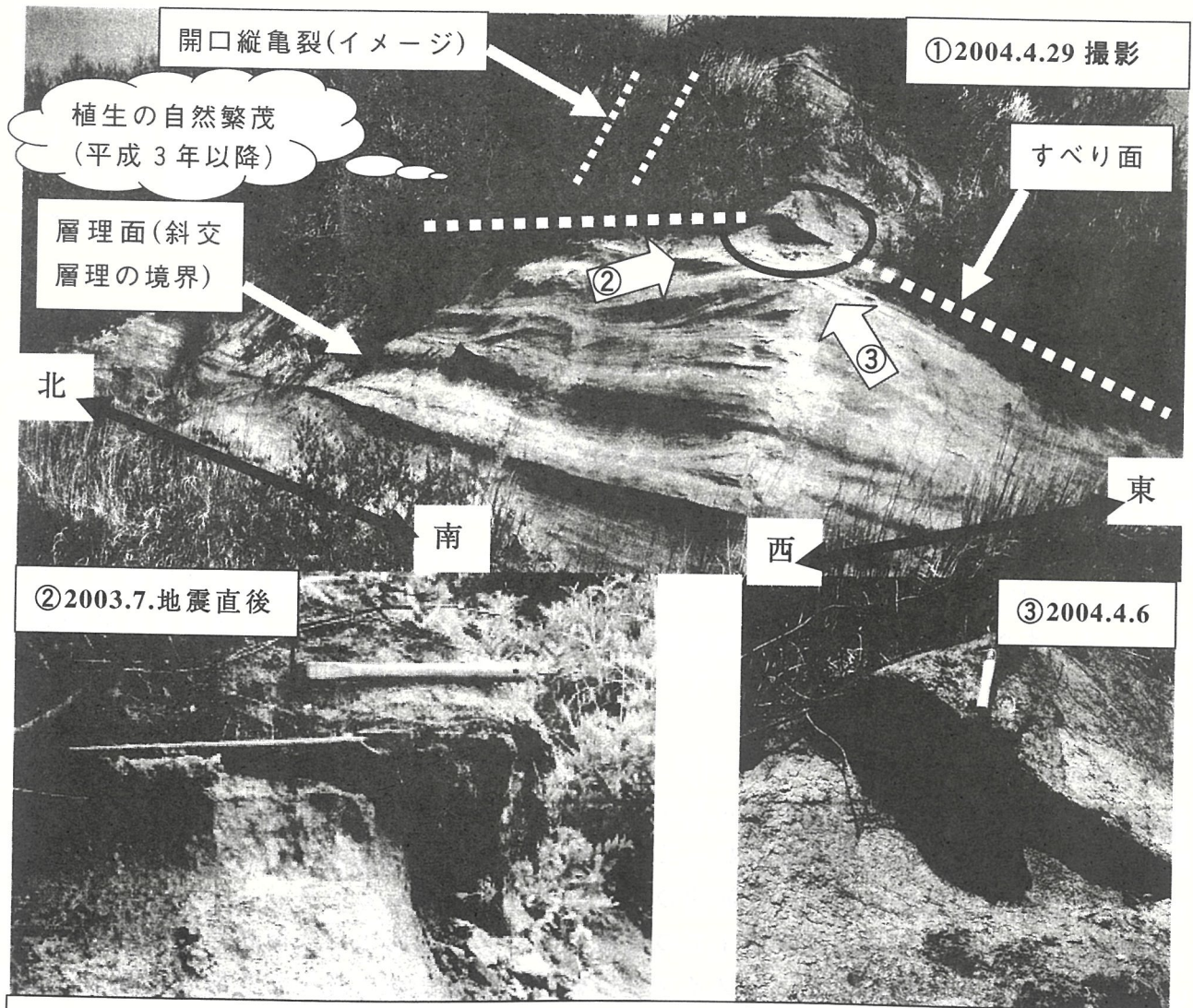


図-4 Aタイプ岩盤すべりの例

①東に 25° 傾斜する三ツ谷層。極細粒凝灰岩の下面がすべり面となる。上盤にのみ東西走向の開口縦亀裂が数条認められる。②東を望む。南(右)にせり出した上盤がブロック状に落下。③地震から 9 ヶ月経過。極細粒層に密に入り込んだ根系が南(手前)にせり出した岩盤を支えている。落下したブロックは既にスレーキング等で流失。

すべり量は最大 20 数 cm で、法面の下方ほど小さくなり、法尻で変位は認められない。すべり方向は、せり出し落下した岩盤ブロック及び地山からはみだした極軟質の粘土フィルム上に残された擦痕から南北方向と判別できる。

西向き法面において、すべり面となった極細粒堆積層の上位には植生が自然繁茂し、それらの根が同層に密に深く入り込んでいる。地震直後、南向き法面からフィルム状にはみ出した粘土層に根毛が絡み付いていたことからその深さをうかがい知ることができる。このため、南方にせり出した南西角の部分は根毛類により固められ、かつ、太い根がその部分を引っ張り留める役割を果たし、地震後 9 ヶ月経てなお崩落を免れている。

同西向き法面において、すべり面の上位には数 cm 程度の落差を伴う東西走向の開口縦亀裂(最大開口幅約 5cm)が数条認められ、それらの開口幅の合計は最大すべり量と同等である。なお、同法面には、今回開口しなかったが植物根が入り込んだ別の縦亀裂も存在することから、今回の地震以前に何らかの原因で開口した事象が存在したものと推定される。

ところで、すべり面となった粘土部分の湿潤時と乾燥時の物理性状には大きな違いが生じることが観察された。

地震直後は、至近の AMEDAS 鹿島台観測点で、本震直前 3 日間で 114mm の連続降水量を記録しており上述のとおり湿潤状態であった。一方、2004 年 4 月上旬は、冬季からまとまった降水がなかったため全体的に乾燥し、収縮ひび割れが顕著で硬質となった。ところが 4 月 27, 28 と 2 日間の連続降水 75mm 直後には、露頭全体が湿潤状態となり、特に極細粒層が不透水層となって、すべり粘土部分の 3-4 mm 厚は著しく軟質化し直線的(直面的)に分布するため、周囲の堆積構造(ラミナなど)とは異質で容易に識別できる状態に戻った。

このように、極細粒堆積層の一部がすべり面となっているが、地震がトリガーになってすべる場合でも、露頭状態によって滑りやすさは大きく異なるものと考えられる。

4. おわりに

震源域の第三系岩盤斜面に多数発生した岩盤すべりは、地形・地質・地質構造に密接に関係しており、今後の地震防災を考えるうえで大いに参考になると考えられる。一部のすべり面の起源は、撓曲軸にごく近いこと、堆積構造を切断する直面性があること、粘土(ガウジ?)の厚さが 3-4mm あることから、褶曲あるいは撓曲形成時まで遡るのかもしれない。すべり面より上位の岩盤に見られた変位を伴う亀裂は、地質年代や場の違いはあっても類似した構造は他にも存在するものと予想される。短絡的に見れば内因性の断層と見誤まられやすいノンテクトニック構造のよい一例である。

参考文献

- 石井武政他(1982): 松島地域の地質, 地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅, 地質調査所。
佐藤比呂志他(2004): 2003 年宮城県北部地震震源域北部での反射法・屈折法地震探査, 2003 年宮城県北部地震シンポジウム, p.1-8。
中村光一(1992): 反転テクトニクス(inversion tectonics)とその地質構造表現, 構造地質, no.38, p.3-45。
橋本修一・鳥越祐司(1998) 石巻平野西縁部・旭山撓曲の活動性評価. 日本応用地質学会東北支部第 6 回研究発表会発表講演集, p.7-12。

凡例 斜面崩壊タイプ

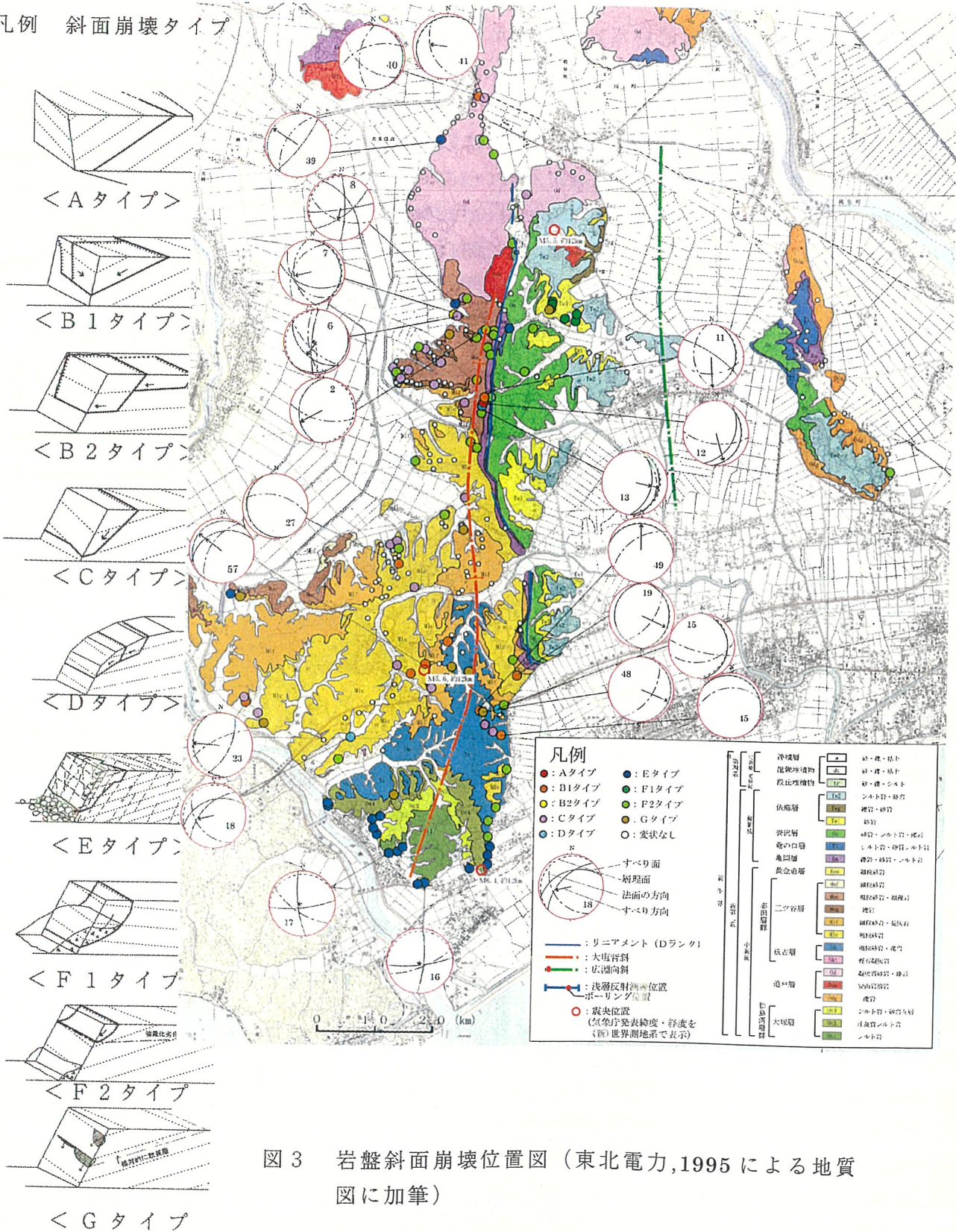


図3 岩盤斜面崩壊位置図 (東北電力,1995 による地質図に加筆)

「宮城県北部連続地震(2003.7.26)による造成盛土の被災状況と変状 ② 発生機構 - 旭山撓曲付近における直下型地震災害の事例研究 -」

(株)復建技術コンサルタント ○渡辺敬三
同上 山下智士
同上 村田暁永

1. はじめに

平成15年7月26日、宮城県石巻市西方、旭山撓曲付近を震源とする深度6規模の直下型連続地震が発生し、矢本町大塩地内の造成盛土において、道路舗装及びブロック積擁壁の各所に顕著な亀裂や変状が発生した。本論では、背景となる地形・地質、地震による被災の状況、盛土及び基礎地盤の地盤性状・地下水位の特徴について記述し、造成盛土変状の発生機構について考察する。合わせて、災害復旧工法の選定について言及する。

2. 地震及び地形・地質の概要

1). 地震概要

この地震は、前震、本震、余震の震度6以上の3回の地震が深夜、朝、夕刻の一日に連続したという激甚な災害であった。矢本町役場で観測された前震、本震の地震動の最大加速度成分は、南北(366-667gal)と東西(476-490gal)が類似し、本震の上下動が大きい(1242gal)という特徴が報告された。¹⁾

2). 地形・地質及び造成の経緯

当地は矢本町市街地から北西に約5kmの丘陵地に位置する。また、今回の地震の震源と考えられている旭山撓曲から西方1.5kmの地点であり、直下型地震の影響の強い地域にあたる。旭山撓曲は新第三系鮮新統(竜口層、亀岡層)と中新統の境界付近にあり、西側上盤の逆断層構造をもつ。²⁾

造成地の地質は中部中新統三ツ谷層細粒砂岩(バイオターベーション、虫食い状を呈す²⁾)を基盤とし、小規模な河川堆積物が分布する。

当造成盛土の原地形は、第二次大戦後の空中写真によると細い谷部と尾根部が南北に分布するものであった。戦後昭和30年代後半に地元資本家が造成を行ったが、豪雨で盛土が流出した。その後、平成4年以降、民間企業が大規模な宅地造成を行い現在に至る。

3. 造成盛土の被災状況

主な被災状況は、道路アスファルトのひび割れ、一部路盤に達する開口割れ目、造

表-1 震度階6以上を記録した7月26日の地震の震源要素

震度6以上を記録した地震	1番目の地震(前震)	2番目の地震(本震)	3番目の地震(余震)	
発震時刻	00時13分頃	07時13分頃	16時56分頃	
震央	北緯	38.43°	38.40°	38.50°
	東経	141.17°	141.20°	141.20°
震源深さ	11km	12km	12km	
規模	M5.5	M6.2	M5.3	

表-2 「矢本町役場」観測点の最大加速度、計測震度

地震	震央距離(km)	最大加速度(gal)			計測震度	震度階
		南北	東西	上下		
前震	4.5	366.2	476.4	360.3	5.5	6弱
本震	4.2	667.1	489.5	1241.7	6.2	6強

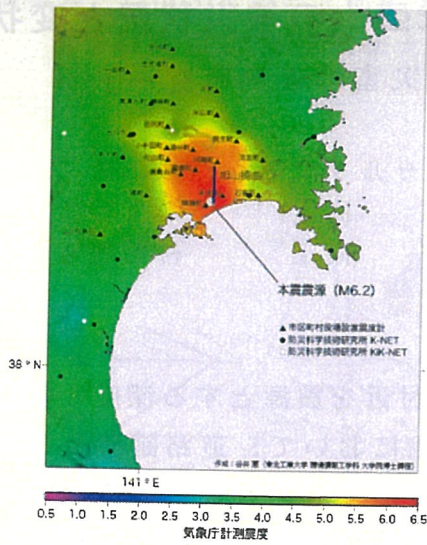


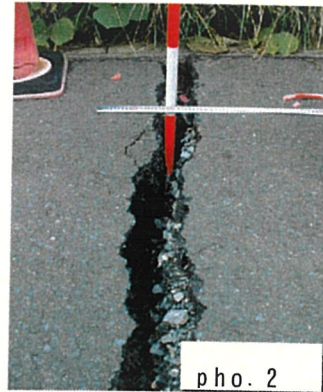
図 1.
03 年 7 月 26
日 7 時 13 分
本震計測震度
分布。1)



図 2.
旭山撓曲周
辺の 5 万分
の 1 地質
図。2) 黒
丸：当該地
区



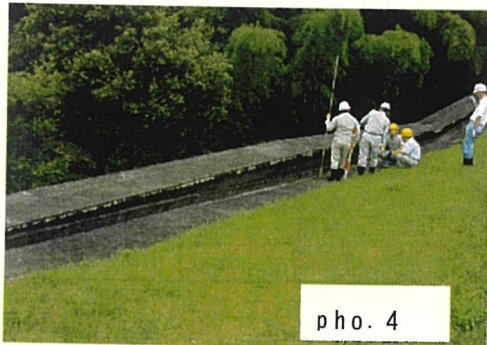
pho. 1



pho. 2



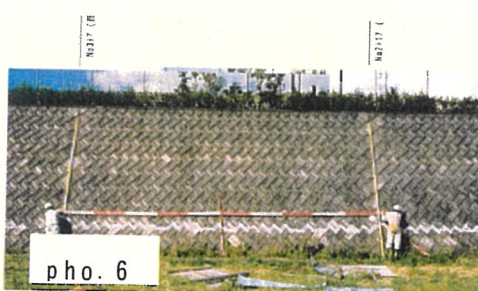
pho. 3



pho. 4



pho. 5



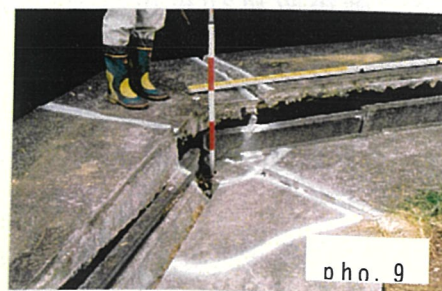
pho. 6



pho. 7



pho. 8



pho. 9

pho1. 造成地、末端
を囲む擁壁遠景

pho2. 路盤に達する
開口割れ目

pho3. アスファルト
の乗り上げ

pho4. ブロック積擁
壁背後の沈下

pho5. ブロック積擁
壁末端の水路の圧
縮、傾動

pho6. ブロック積擁
壁の下部の水平亀
裂

pho7. 同上、亀裂部
接写真

pho8. ブロック積擁
壁端部の破壊

pho9. ブロック積擁
壁端部の天端の破
壊

成盛土末端を取巻くブロック積擁壁の変状（背面の沈下、脚部水路の圧縮、擁壁のたわみ、弱い前倒れ、水平連続亀裂）であった。

舗装の開口割れ目は、最大で幅20cm、深さ60cmに達した。アスファルト層のすべりや乗り上げ（thrust up）が各所で発生した。

ブロック積擁壁の背面の水路や裏込めは広範に沈下した。最大沈下量は40cm程度に達した。公園南側ブロック積は延長約100mに渡り、水平亀裂（開口幅10mm）が連続的に発生した。また、ブロック積擁壁は折れ部（角部）が著しく破壊した。擁壁末端の水路は多くが圧縮・傾動・破損を生じたことが観察された。

4. 動態観測

(1) 地盤伸縮計：ブロック積擁壁頭部と下の安定地盤の間にインバー線を張った伸縮計は4ヶ月で、2.5～5.4mmの短縮を示した。これは、1mm/月程度で潜在変動とよばれる軽微な変動に分類される。短縮は擁壁上部の前倒れを示し、兵庫県南部地震で多数認められた擁壁の前倒れ現象と類似する。

(2) パイプ歪計：観測値は深度1.0～9.0mの各所において100 μ /月程度の潜在変動を示し、一部は沈静化した。

(3) 孔内水位：全般に安定しており、期間最大変動幅は2.5mであった。一部で10mm以上の降雨が二日以上連続したときに有意な水位上昇（ Δ max=0.80m）が確認された。

緩んだ土塊と考えられる「変状ブロック」の区分は、舗装、構造物の変状、動態観測データに加え後述する地質調査結果を考慮し、図4のように想定した。図中の矢印は4ゲージ式パイプ歪計で観測された変状方向を表わし、斜面末端に向けた変位ベクトルが主体であった。また、地震後2カ月が経過し、擁壁端部や一部水路の変状が著しく進行する変動が目視された。このため、13箇所を挟んでコンクリートピンを打込み変位観測を行ったが、有意な変動は確認出来ず、破壊の顕著な箇所の部分的変状と解釈した。

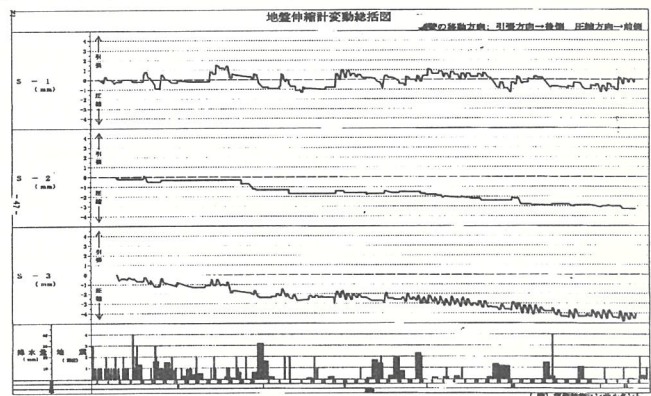


図3. ブロック積擁壁天端の伸縮計の変動

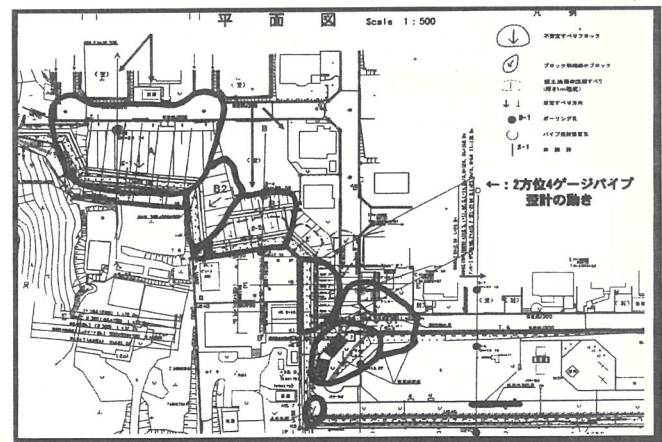


図4. 不安定ブロックの変動傾向

5. 盛土及び基礎地盤

(1) 分布と特徴

造成地は三ツ谷層細粒砂岩（N値50以上）を基盤とし、これに風化残積土及び盛土が上載する。風化残積土及び盛土ともに基盤の砂岩起源で締まりが弱く（N値5～15）、粒径75 μ m～1mmの細砂及び中砂を主体とする。盛土のボーリングコアはこの

他若干の碎石を混入し、乱された土質性状を示す。

(2) 土質性状

標準貫入試験サンプラー内の 39 試料 (盛土、風化帯) に対する土質試験によって、次の性状が明らかとなった。

- 1) 盛土と風化帯の土質は共に、粘性土質砂、粘性土混じり砂、粘性土・礫混じり砂に分類される。
- 2) 含水比 18.5~33.5%。
- 3) 粒度分布 (粒径加積曲線) は、盛土と風化帯で同様な範囲を示し、主に 0.1~1.0mm の土粒子から構成され、細砂 ($\phi 0.075\sim 0.25\text{mm}$) 及び中砂 ($\phi 0.25\sim 0.85\text{mm}$) から成る。
- 4) D50 (50% 粒径) は 0.15~0.35mm の範囲にある。D10 は 0.11mm 以下である。

道路橋示方書³⁾において、砂質土層の液状化の判定条件として次のことがあげられている。

- イ) 地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ現地盤面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- ロ) 細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層、または、FC が 35% を超えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層
- ハ) 平均粒径 D50 が 10mm 以下、かつ 10% 粒径が 1mm 以下である土層

地下水位はボーリング孔において GL - 0.30~8.70m に観測されており、イ) の条件に当てはまり、上記の土質試験結果はロ)、ハ) の条件に当てはまるため、地震に伴う液状化やせん断強度の低下が発生しやすい土質であると評価される。

6. 変状発生機構

変状発生機構について考察する。

(1) 素因

- ・造成地の地盤：N 値 = 5~15 の細砂を主体とする原位置砂地盤及び砂質盛土地盤 (新第三紀堆積性軟岩である細粒~中粒砂岩の風化帯とその巻出し盛土)。
- ・地下水位：盛土下の原地形は南北性の細い尾根に挟まれた沢やため池から成る集水

表 3. 地質構成表 (層序表)

時代	地層名	記号	地質構成物	記 事
第四紀	達成盛土	B	礫混り細砂	主に現地発生土の三ツ谷層砂岩 (風化帯) を切土し造成された。ボーリングコアには碎石が混入する。細砂は粘土・シルトの細粒分を 10~30% 含み、地下水位下で液状化を生じやすい粒度分布をもつ。N 値 = 5~15 程度。
	沖積層	a l	礫・砂・粘土	現河床堆積物。標高 50~60m の丘陵地帯の小規模河川に幅 100m 程度で分布する。
	崖麓堆積物	d t	礫・砂・粘土	自然斜面及び沢部河床に分布する。主に砂、粘土、有機質土から成る。
新第三紀	三ツ谷層下部層	Mlc	中~粗粒砂岩	斜交層理で特徴付けられる。達成地西部の丘陵を構成する。西落ち 10° で、緩やかな構造で、下位の細粒砂岩層に上載する。
		Mlf	細粒砂岩	風化帯は N 値 5~15 程度の砂-砂質土 [S] から成る。粘土・シルトの細粒分を 10~30% 含み、地下水位下で液状化を生じやすい粒度分布をもつ。
		SS	弱風化ないし未風化細粒砂岩 [SS] (凝灰岩層を含む)。達成地の支持層。ボーリングコアが容易に手ででもげるような弱固結砂岩。N 値は 50 以上。	
	根古層	Nk	軽石質砂岩	地震活断層が潜在するとみられる旭山塊曲の西方に大塩背斜構造があり、軸部で当地区南部の一部に分布する。

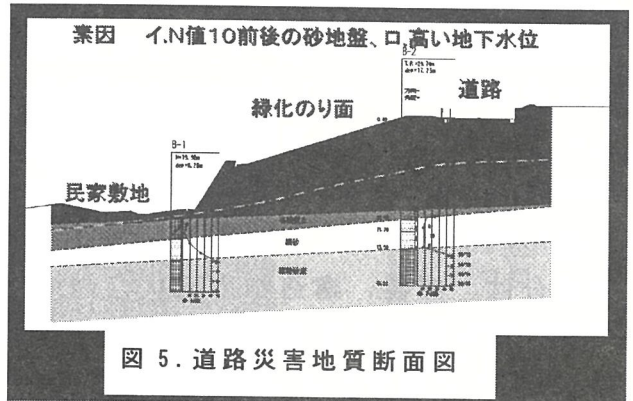


図 5. 道路災害地質断面図

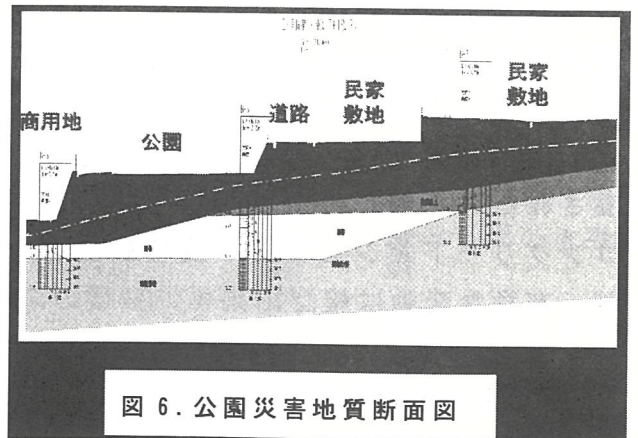


図 6. 公園災害地質断面図

地形である。また、地下水位はブロック積擁壁の基礎付近でGL-1m前後と浅い。

(2) 誘因

- ・ 震度6弱～6強の直下型連続地震（3回/1日）
- ・ 地震直前の連続降雨 140mm/3日

道路舗装、ブロック積擁壁周辺の変状は地震後の動態観測において大きな進行が観測されなかった。したがって、変状の多くは地震時に起こり、地震動及び地震土圧により発生したものと考えられる。

また、特にブロック積擁壁基礎部の地下水位が深度1m前後と浅く、降雨が続いた後地下水位が地表面付近まで上がり、強い地震が連続したため、局所的に高い間隙水圧が発生した可能性もある。ただし、Creager式による20%粒径(0.01~0.17mm, 推定平均0.06mm)から推定される地盤の透水係数は $6.0E-3 \sim 1.0E-5$ (cm/s)であり、河南町西猿田の「室内土質試験で20%粒径0.01mm、透水係数 $9.17E-7$ とされ、有効応力解析により1回目の地震による残留間隙水圧が2回目の地震による崩壊に大きく影響したとする斜面崩壊」⁴⁾と比較し、土質がやや粗粒で、噴砂等が観察されないところから、広範な液状化及び残留間隙水圧の発生は想定されない。

浅田⁵⁾、吉川⁶⁾は、日本海中部地震の被災研究から、砂地盤の液状化が発生してこれが地表面まで到達して住家に被害をもたらすかどうかは「地表面より地下水位までの砂層の厚さである非液状化層厚(H1)」と「地下水位以下でN値15以下の砂層厚に等しい液状化層(H2)」の間に次の関係があるとした。

- ① 年間を通して地下水位が2m以深であれば液状化対策は不要。
- ② 地盤がN値15以上であれば液状化の心配が無い。
- ③ $H1 \geq 2m$ の場合、すなわち地下水位が2m以深であれば、砂地盤上の住家の液状化による被害は軽微。
- ④ $H1 < 2m$ 、すなわち地下水位が2mより浅い所にある場合、 $H1 \leq H2$ のとき液状化による顕著な被害発生。 $H1 \geq H2$ のとき被害軽微。

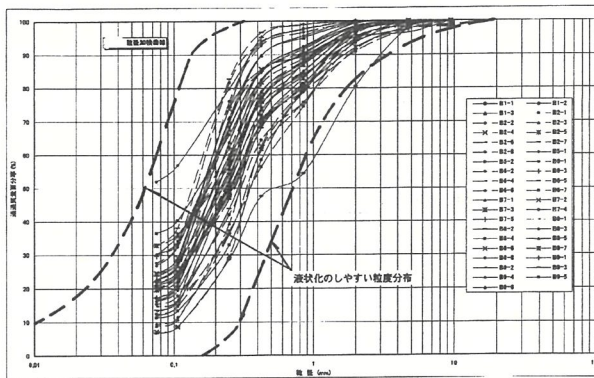


図7. 粒径加積曲線

表4. 液状化簡易予測

ボーリング号孔	位置	地下水位 GL-m	N値15以下の地層の厚さ(m)	H1	H2	H1/H2	顕著な液状化が予測され、対策を要する(NO)。※1	液状化被害は軽微と予測され、対策は不要(OK)。※2
B-1	基礎	0.60	5.00	0.60	4.40	0.14	NO	
2	背面	5.45	9.50					OK
3	基礎	0.28	3.40	0.28	3.12	0.09	NO	
4	背面	8.70	8.90					OK
5	基礎	1.20	3.90	1.20	2.70	0.44	NO	
6	基礎	1.30	8.90	1.30	7.60	0.17	NO	
7	背面	4.00	9.90					OK
8	基礎	1.10	9.50	1.10	8.40	0.13	NO	
9	背面	4.90	11.30					OK

※1 液状化予測: 地下水位2m以浅 and $H1 \leq H2$ (すなわち $H1/H2 \leq 1.0$)

※2 非液状化予測: $H1 \geq H2$ or 地下水位GL-2mより深い。

表4にこれらの判定条件による液状化予測を示すが、ブロック積擁壁の基礎部は地下水位がGL-2mより高いため顕著な液状化発生が予測され、擁壁背面では地下水位がGL-4.0~8.7mのため液状化発生は軽微と判定される。

公園南側擁壁は連続した水平亀裂、ハラミだし、水路の圧縮が約100mに渡り発生した。公園施設の管理台帳図によるとブロック積擁壁の基礎は根入れが約1mである。植栽の引張り割れ目と擁壁基礎を結ぶすべり面を推定し、くさび土圧を考えると丁度 $H/3$ ($H=5\text{m}$) の高さに連続水平亀裂が発生したと考えられる。

7. 災害復旧工法

ブロック積擁壁の災害復旧工法⁷⁾は、上記の変状発生機構から主に地すべり対策工法に準じた。

道路災害区間は、盛土下の集水地形や用地条件を考慮し「押え盛土+水抜き横ボーリング」及び「アンカー付き鋼管杭」を選定した。他に、鋼管杭単独案、張コンクリート+アンカー案を比較検討した。

公園南側擁壁は深度4mにN値50以上の砂岩が分布し良好な支持層をもつが、擁壁の基礎地盤は地下水位が高く、N値6~7の流動化や液状化しやすい砂質土からなる。したがって、一般的に考えられるブロック積み替えやもたれ擁壁(擁壁工指針)では基礎工や仮設に多額の工事費がかかりることが判明した。このため、地下水位以下の砂地盤を工事対象としない工法を検討し、原形復旧に対応する5分勾配の「補強土壁工」を選定した。

8. まとめ

石巻-松島-仙台市周辺の丘陵地に広範に分布する第三紀の砂質堆積岩及び未固結砂状の風化帯の巻き出しによる「造成盛土」、かつての集水地形の排水不良あるいは不十分な排水工をもつ「造成盛土」は、来るべき宮城県沖地震や内陸活断層地震における要注意箇所にあげられ、総合点検に基づくソフト及びハード対策が求められる。また、造成盛土における震災後の復旧工法としてブロック積等擁壁の対策工は重要であり、経済的なアンカー付き鋼管杭や補強土工法の積極的な採用が推奨される。

参考文献

- 1) 東北工業大学 神山 真: <http://smweb.tohtech.ac.jp/kamiyamalab>
- 2) 石井・柳沢・山口・寒川・松野(1982): 松島地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所.
- 3) (社)日本道路協会(2002): 道路橋示方書・同解説V耐震設計編.
- 4) 東北大学 市橋・渦岡・風間(2004): 2003年宮城県北部地震で発生した砂斜面の崩壊及び前震の影響, 土木学会東北支部技術研究発表会.
- 5) 東北工業大学 浅田秋江(1998): 住宅の液状化被害の簡易予測法とその防止工法.
- 6) (株)復建技術コンサルタント 吉川謙三(2001): 宅地造成地盤の震害予測法と対策工法.
- 7) 橋本隆雄・木村智博(2003): 降水・地震被害に基づく宅地地盤に関する復旧・修復対策技術, 地盤工学会・土と基礎, Vol.51, No.9, Ser, No.548.

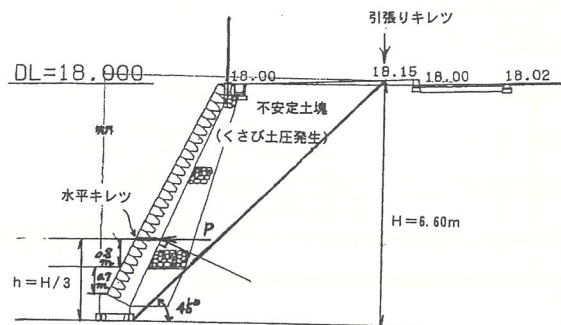


図8. ブロック積擁壁崩壊発生機構

(以上)

斜面崩壊事例に基づく今後の急傾斜地地震災害想定への展望

③

応用地質株式会社 ○細野 哲久
 根本 雅夫
 塚原 光

1. 斜面崩壊の概要

平成 15 年 7 月 26 日に発生した宮城県北部地震により、各地で斜面崩壊が生じた。

本稿では、宮城県桃生郡河南町において発生した 2 箇所の急傾斜地斜面崩壊の事例を紹介し、今後活動への展望を示す。

(1) A 急傾斜地

当該斜面は、旭山丘陵の東端に位置する国道 108 号沿いの東向き斜面である。本震の震源からは北北東に約 9km 離れた位置である。斜面の高さは 10~15m 程度、平均傾斜 40° ~ 65° の急傾斜地が延長約 150m 区間分布し、斜面下方には住居が隣接している。また、当該地区は急傾斜地崩壊危険箇所として抽出されていた箇所である。

当地の地質は、新第三紀鮮新世の俵庭層に相当し、シルト岩優勢の砂岩・シルト岩互層からなり、層理面はほぼ水平である。また、斜面背後の尾根部には、表土および強風化岩が 2~4m 程度の厚さで分布する。湧水は、砂岩層から滲み出し程度認められ、近隣住民によれば雨期・濁水期にかかわらず湧水量は一定とのことである。

A 急傾斜地では、現地踏査・ボーリング・簡易貫入試験により、地質調査を行った。

調査の結果、当該地の斜面崩壊は、急崖斜面部に形成された強風化部（表土および強風化岩）に、地震動（震度 6 強）による外力が作用して崩壊が生じたものと判断した。

(2) B 急傾斜地

当該斜面は、旭山丘陵北方に位置する南東向き斜面である。斜面の高さは 5~10m 程度、平均傾斜 50~60° の急傾斜地が約 45m 区間分布し、斜面下方には住居、小屋が近接して位置する。また、当該地区は急傾斜地崩壊危険箇所として抽出されていた箇所の一部である。

当地の地質は、新第三系中新統の追戸砂岩部層に相当し、砂岩・礫岩からなり、層理面はほぼ水平である。また、斜面背後の緩斜面部には、表土および強風化岩が 2~5m 程度の厚さで分布する。なお、地下水は認められない。

B 急傾斜地では、現地踏査・弾性波探査・ボーリング・簡易貫入試験により、地質調査を行った。

調査の結果、当該地の斜面崩壊は、急傾斜地部に分布する新第三系礫岩の表層部が強風化して斜面が不安定化していたところに、地震動による外力が作用して崩壊が生じたものと判断した。住民によれば、前震（0:13、震度 6 弱）により部分的な崩壊が生じ、本震（7:13、震度 6 強）で大きく崩壊したとのことである。

表-1 各急傾斜地の特徴(項目は「急傾斜地危険箇所現地調査表」より抜粋・一部加筆)

		A急傾斜地	B急傾斜地	共通性	
地形要因	斜面区分	人工斜面	人工斜面	○	
	傾斜度	50~75°	50~60°	○	
	斜面の高さ	10~16m	5~10m	○	
	斜面方位	東向き斜面	南東向き斜面	△	
	斜面形状	直線直線斜面	直線直線斜面	○	
	上位地形の方向	北東向き斜面	南東向き斜面	△	
	横断形状	平坦な斜面である	平坦な斜面である	○	
	遷急線	遷急線が非常に明瞭	遷急線が明瞭	○	
	遷急線の位置	中部	中部	○	
	地質土質要因	地表の状況	礫混じり土・砂質土	礫混じり土・砂質土	○
表土(表土・強風化岩)の厚さ		0.5m(斜面部)	2~4m(斜面 中~上部)	×	
地盤の状況		軟岩	軟岩	○	
岩盤の亀裂		亀裂間隔が30~50cm	亀裂間隔が50cm以上	○	
斜面と不連続面の傾斜関係		Gタイプ	Gタイプ	○	
断層破砕帯		明瞭な断層破砕帯なし	明瞭な断層破砕帯なし	○	
風化状況		岩質はわずかに風化変質している	岩質はわずかに風化変質している	○	
環境要因		植生の種類	針葉樹(上部)、裸地(崖部)	針葉樹(上部)、裸地(崖部)	○
環境要因	樹木の樹齢	10~20年	20~30年	△	
	伐採根の状況	伐採根のない斜面	伐採根のない斜面	○	
	湧水(地下水)	常時ジメジメしている(地下水GL-4m程度)	斜面は乾燥している(地下水なし)	×	
	対策工	—	—	—	
	対策工上部の状況	—	—	—	
	斜面上部の土地利用状況	山林	山林	—	
	保全対象	人家戸数	5	1(調査票対象範囲:6)	—
		公共的建物, 公共施設	0	0(調査票対象範囲:町道100m, 用水路100m)	—
がけ下人家戸数		5	1(調査票対象範囲:6)	—	
崩壊状況					
崩壊発生機構	<p>斜面表層の強風化部の剥落</p>		<p>表土・強風化岩の滑落</p>		

2. 崩壊した箇所共通点と相違点

本稿で紹介した2箇所の崩壊斜面における共通点・相違点を以下にまとめる。

<共通点>

- ・ 地形要因
斜面傾斜：60°程度
高さ：10m程度
斜面方位：東向き
斜面区分：人工斜面
- ・ 地質土質要因
斜面全体：堆積軟岩（亀裂が少ない低固結岩）
崩壊部：表土・強風化岩
- ・ 環境要因
植生状況：崖面は裸地
- ・ 崩壊機構：地震動による表土・強風化部の滑落

<相違点>

- ・ 地質要因
A急傾斜地
B急傾斜地
表土・強風化岩の厚さ：0.5m(崩壊規模 小) ⇔ 2~4m(崩壊規模 大)
- ・ 環境要因
湧水：常時ジメジメしている⇔乾燥している

いずれも新第三系からなる傾斜60°前後の斜面であり、崖面に形成された表土・強風化岩が地震動により崩壊したものであった。一方、相違点としては、崖面の表土・強風化岩の厚さが挙げられ、比較的風化層の厚いB急傾斜地で崩壊規模が大きくなっている。

前項に示した「急傾斜地崩壊危険箇所調査表」をみると、各急傾斜地の特徴を概略で把握することが可能となる。現地における詳細な地質調査結果と調査表を比較すると、調査表の項目で素因は概ね把握されている。今回地質調査を行った2箇所の崩壊発生機構を考慮すると、調査表に記されている項目のうち、「表土の厚さ」を「表土・強風化岩の厚さ」とし、斜面上部と崖部に分けて記録すると、崩壊規模・崩壊発生機構・概略の対策工規模等を検討するにあたっての資料として使える可能性が高いと考える。

3. 今後に備えて

宮城県北部地震に際しては、同様なタイプの崩壊が多数生じている。

崩壊事例をより多く収集し、詳細な地質調査により明らかとなった崩壊発生機構と既往点検の調査表に示されている斜面の地形要因・地質土質要因・環境要因との関係を統計的に検討し、各急傾斜地のタイプと崩壊発生機構との関連性を見出すことにより、今後の激しい地震により発生すると思われる急傾斜地斜面崩壊の危険度を予測できる可能性がある。

斜面崩壊量の簡易評価手法

④

○佐々木孝雄 棚瀬充史 小林浩久
(住鉱コンサルタント株式会社)

道路斜面防災 GIS 共同研究会 (下記のメンバーからなる)

独立行政法人 土木研究所

材料地盤研究グループ (地質)

材料地盤研究グループ (土質)

アジア航測株式会社 応用地質株式会社

基礎地盤コンサルタント株式会社 国際航業株式会社

住鉱コンサルタント株式会社 日本工営株式会社

要旨)

斜面崩壊を評価・防止するためのハザード評価には、面的に崩壊規模を定量化することが必要である。このための表土厚調査手法について、比較的簡便と考えられる方法を試験的に実施した。この概要と適応性について検討する (試験方法は、土研式土層深測定棒と簡易貫入試験、自然電位法およびダイポール・ダイポール法による電気探査、放射能探査、地下レーダ探査)。

また、道路斜面防災 GIS 共同研究会の概要と動研究会により作成された各種マニュアル類を紹介する。

1 まえがき

筆者らは、平成 11 年より実施している独立行政法人土木研究所との共同研究「GIS を活用した道路斜面のリスク評価に関する共同研究」の一環として、道路斜面における斜面崩壊 (表層崩壊) の主な要因である表層の土層の分布に着目し、表層崩壊の対象となる土層厚さを簡易に三次元的に把握する手法について検討している。ここでは将来起こりうる斜面崩壊を予測して道路災害リスクを軽減するための道路斜面の面的調査技術に資する資料を得るためにおこなった調査例 (2 地点) の報告と、共同研究によりとりまとめられたマニュアル類の概要を紹介する。

2 斜面崩壊の評価と調査

これまでに道路斜面を維持管理する目的で、道路防災総点検 (いわゆる平八点検) をはじめとして種々の調査が実施されている。道路斜面の特性として延長が非常に長いことがあり、修繕や対策を効果的に実施していくためには分布する斜面を安定度評価すなわちハザード評価することが有効であると考えられる。道路防災総点検のマニュアル等では道路斜面の土砂災害は大きく崩壊 (斜面崩壊もしくは表層崩壊)、落石、岩盤崩壊、地すべり、盛土の崩壊に区分されるが、本報告はこの中で特に崩壊に注目し、崩壊土量の概略評価のための調査手法について検討する。崩壊については発生頻度が高いにもかかわらず、道路斜面のような広い範囲を対象とする場合には発生位置の特定がそもそも困難である。道路

防災総点検要領や道路斜面防災 GIS 共同研究会がまとめたマニュアルでは、崩壊の危険性のある地点を絞り込んでいくスクリーニングという考え方を重視しており、崩壊については特にこの方法が有効であると考えられる。広い範囲の面的な崩壊予測については多くの研究報告があり（文献 1）、シミュレーションにより崩壊位置および崩壊量を予測する方法が示されている。道路斜面におけるハザード評価では、概略評価として対象斜面全体における崩壊の可能性をこれらの手法を活用して評価し、その中で特定された崩壊地点について重点的に対応していくことが効果的である。概略評価においては斜面の崩壊量＝表土厚の実態を正確に把握することが評価の精度向上のため重要であり、このためには面的にかつ簡単に表土厚を調査する効率的な調査手法が必要である。

本報告では表土厚の簡易な調査手法として有効な方法を検討する目的で同一斜面においていくつかの調査手法を実施した結果について示し、有効性を評価する。

3 調査手法と内容

実施した現地調査手法の概要を解説する。調査地点配置は各地区ともにグリット状としている。

【土研式土層深測定棒】（土木研究所開発）

土研式土層深測定棒は（独）土木研究所において開発された土層の厚さを簡易かつ面的に把握する調査ツールであり、土研式簡易貫入試験器やコーンペネトロメータと同様、可搬性に優れ、多数の測定が容易におこなえる利点がある。

【放射能探査】（ガンマ線スペクトル探査によるカリウム 40 濃度測定）

カリウムは土壌中で容易に溶脱し、地下水や地表水によって取り去れることから地表部におけるカリウム 40 の強度は、風化層厚や土壌深さの指標となる（カリウム強度が強いほど表土層が薄い）可能性がある。当社の海外におけるエアボーン・ガンマ線カリウム強度探査結果によれば、表土厚分布や岩盤の露出状態との間には非常によい関係があることが明らかになっている。これらをふまえてガンマ線スペクトロメータで、カリウム 40 の強度を測定した。

調査地点①

規制区間中に位置する花崗岩地帯における調査例である。調査範囲は 60m×140m、測点数は 21 である。調査実施項目は簡易貫入試験、土研式土層深測定棒、放射能探査である。測量は既往の成果（レーダ測量資料 3）および現地測量結果 4）があり、基図はレーザ測量して得られた 1/500 を利用した。

調査地点②

近接する斜面においてやや規模の大きな地すべり性の崩壊が発生した地点での調査例である。調査範囲は 50m×110m グリット、測点数は 55 である。基盤は秩父帯の砂泥互層でその風化層が分布している。調査実施項目は簡易貫入試験、土研式土層深測定棒、放射能探査、自然電位探査、地下レーダ探査である。基図としては航測図（1/1000）があり、調査地点の測量は横断測量により求めた。

4 調査結果

各地点において、それぞれの調査手法から想定した表土層厚を図-1 と 2 に、各種法と簡

簡易貫入試験結果との関係を図-3に示す。

【土研式土層深測定棒について】

- ・ 調査地点-①では $N_d < 10$ の範囲と土研式土層深測定棒の貫入限界とがほぼ一致する。
- ・ 調査地点-②では N_d 値が 6 以下であれば土研式土層深測定棒の適用が可能であり、その貫入深さは表層部の浸食に対して比較的抵抗性の小さい相対密度の小さい土層深分布を反映していると考えられる。

【放射能探査について】

- ・ 花崗岩地帯（調査地点-①）のカリウム 40 強度は 1800-3000MeV、秩父帯（調査地点-②）では 500-4000MeV 以上を示す。
- ・ 調査地点-①のカリウム 40 強度は土層厚と負の相関があり、これらから得られたコンタ図は簡易貫入試験から得られた土層深のコンタ図と調和的である。
- ・ 調査地点-②のカリウム 40 強度は、土層深にかかわらず大きな幅があるが、その最大強度に注目すると、土層の最大深さとほぼ反比例の関係にあり、遷急線以下の下部斜面において、3000MeV 以上の相対的に高い値を示し、中部斜面から上部斜面にかけて 2000MeV 以下の相対的に小さい値を示すなど、推定される土層の厚さと調和的である。

【他の手法について】

- ・ 自然電位（SP）と土層深との間には明らかな調和関係はみられず、自然電位そのものが土層深の指標とはなりえないと考えられる。
- ・ 地下レーダ反射面のみから表層土層の分布を明瞭に抽出することは困難で、ボーリングやそのほかの手法との併用による境界反射面の確認が必要である。
- ・ 調査地点-②においてダイポール・ダイポール法による比抵抗値が $500\Omega \cdot m$ より大きい範囲は表土層が厚く分布すると推定される。

5 問題点と検討

斜面調査を簡便にかつ面的に行うためには、対象斜面の精度のよい地図（ハザードマップ作成のためには 1/5000 程度以上）と調査地点の正確な測量が必要であるが、従来の主な手法である平板等の測量は簡便とは言い難い。この解決のために最近の手法として GPS やレーザー計測（スキャン）があり、対空標識が不要になるなど従来の航空測量と比べて一層の簡素化が図られているが、樹林帯での適応性に解決すべき問題がありこれらの解決による一般化が期待される。

土研式土層深測定棒は簡易貫入試験結果との相関性が極めて高く、測定の容易さは簡易貫入試験以上であるため、土層深の測定には極めて有効である。斜面毎に N_d との関係がやや異なることが予想されるため、最低限の確認を行うことが安全であり、強度的な評価にもつながりやすい。なお、今回は実施していないが土研式土層深測定棒はアタッチメントを着けて現位置剪断試験を行うことも可能であり、斜面崩壊の評価に重要となる土層の強度測定も行うことが出来る仕様となっている。

当社が用いた放射能探査機は年式が古く簡便性は低いですが、最近の機械にはより軽量コンパクトなものがあり、現場での測定も簡易に行える手法である。一方で本手法は現位置での測定よりもむしろエアボーンでデータが得られる点の評価し、マンボーンとエアボーンとの関係を明らかにすることで面的な評価に使える可能性が高いと考える。

他の試行した物理探査手法は土層分布の測定方法としての適応性は低いと判定されたが、自然電位法→水みちの検出、地下レーダ法や電気探査法→点で確認されたデータの二次元化、三次元化手法、などの調査法として斜面調査への適応が期待される。

6 まとめ

本調査において、簡易貫入試験により得られた土層深と土研式土層深測定棒による貫入深さ、電気探査（SP法、ダイポール・ダイポール法）、ガンマ線スペクトロメータ、地下レーダー（GPR）の測定解析結果を比較検討して、それぞれの探査手法の土層深への適用性についての基礎的なデータを得ることが出来た。

従来、斜面調査において、このような探査手法の適用、比較に関するデータはほとんどなく、今後の斜面の表層崩壊予測においてこれらの手法の有効性と適用性を検討することは重要であると考えられる。特に、表層斜面に分布する緩い土層の分布を正確にかつ簡便に知ることは、斜面災害の軽減にとって極めて大切であることから、今後より多くのデータを積み重ねて、斜面における表層調査の簡易かつ面的な探査技術を開発していく足がかりにしたいと考えている。

7 道路斜面防災 GIS 共同研究会の活動

昨今、リモートセンシングなどの広域的・面的な情報や、DEM等の高精度基図を活用し、GISをベースとして、データを整理・解析・表示することにより、膨大な量のデータ管理の簡素化、ハザードマップやリスク評価のシステム化、客観性の向上を図ることが、「道路新技術五箇年計画（H10～H14）」等の重要課題のひとつとして取り上げられてきた。

共同研究会では、このような施策の一環として、道路斜面の面的調査技術の開発、GISを活用した道路斜面のリスク評価法の開発、GISを活用した道路斜面防災情報システムの構築、リアルタイムハザード評価の検討などを研究項目として取り上げてきた。この成果の一部として2004年2月に各種マニュアル類案（道路斜面防災GIS標準仕様書、道路斜面防災GISデータ整備標準仕様書、道路斜面ハザードマップ作成要領、航空レーザ計測による道路斜面基図作成要領）をとりまとめた。これらのマニュアル類とGIS等の新たな技術を活用することにより、膨大な数におよぶ道路斜面の安全対策が効率的かつ効果的に行われていくことが期待される。

図1 花崗岩地帯の調査結果 (下)

- ①ガンマ線強度コンタ図
- ②Nd<20で判定した土層深 cm
- ③Nd<10で判定した土層深 cm
- ④ガンマ線強度から判定した土層深 cm

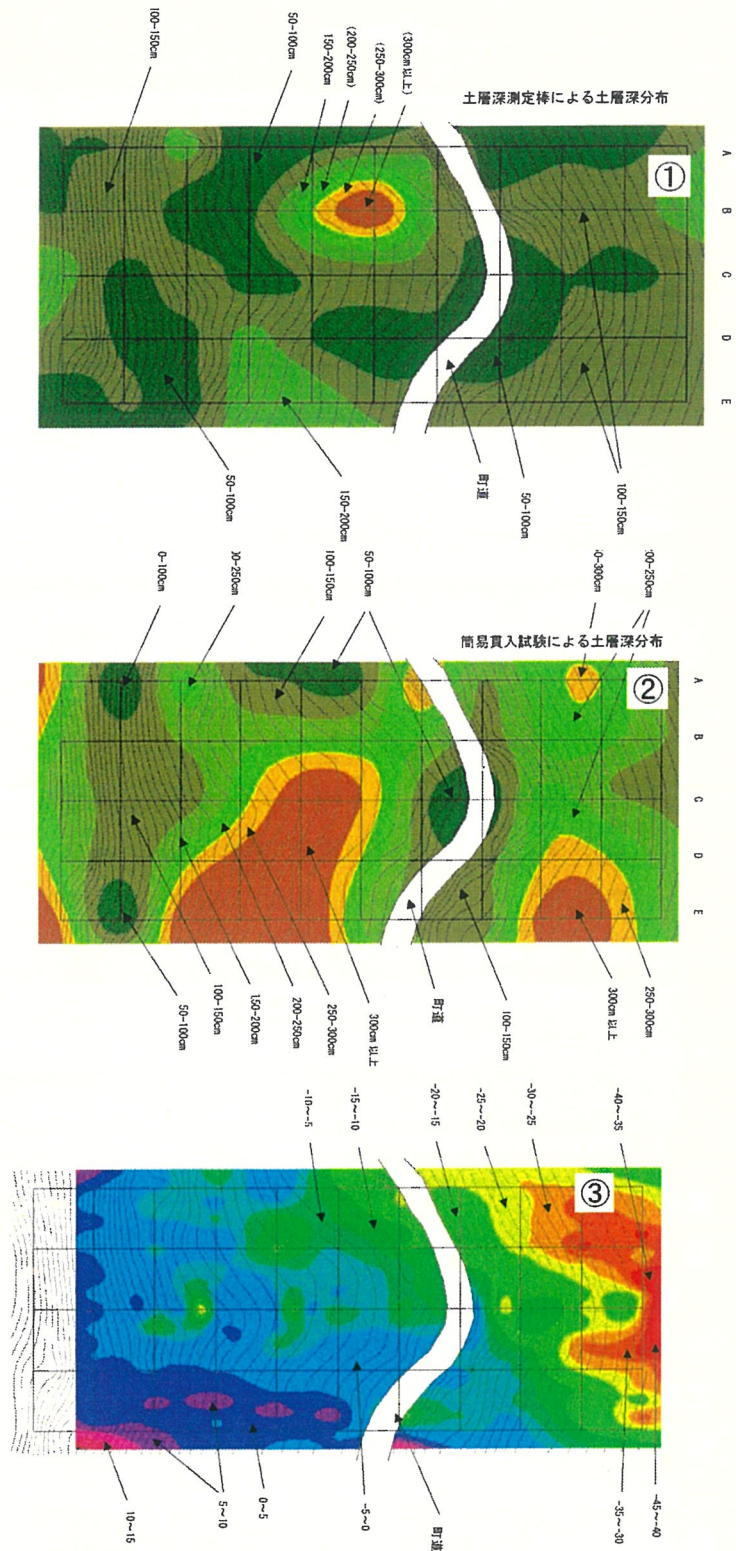
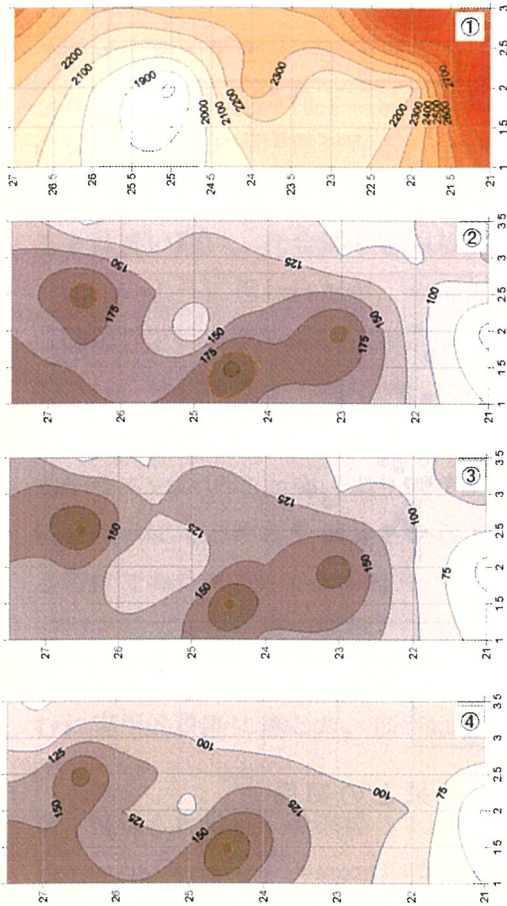
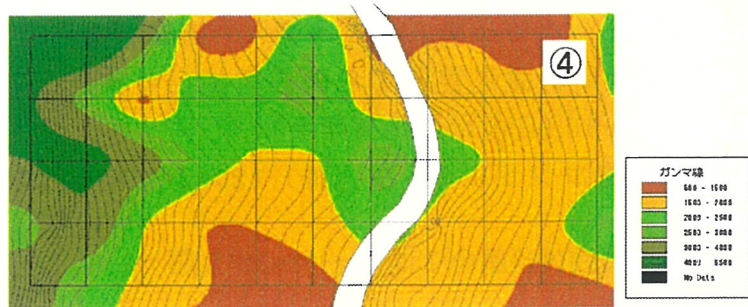


図2 秩父帯の調査結果 (右)

- ①Nd>50で判定した土層深 cm
- ②土層深棒で判定した土層深 cm
- ③自然電位分布 Ω-m
- ④ガンマ線強度分布 MeV



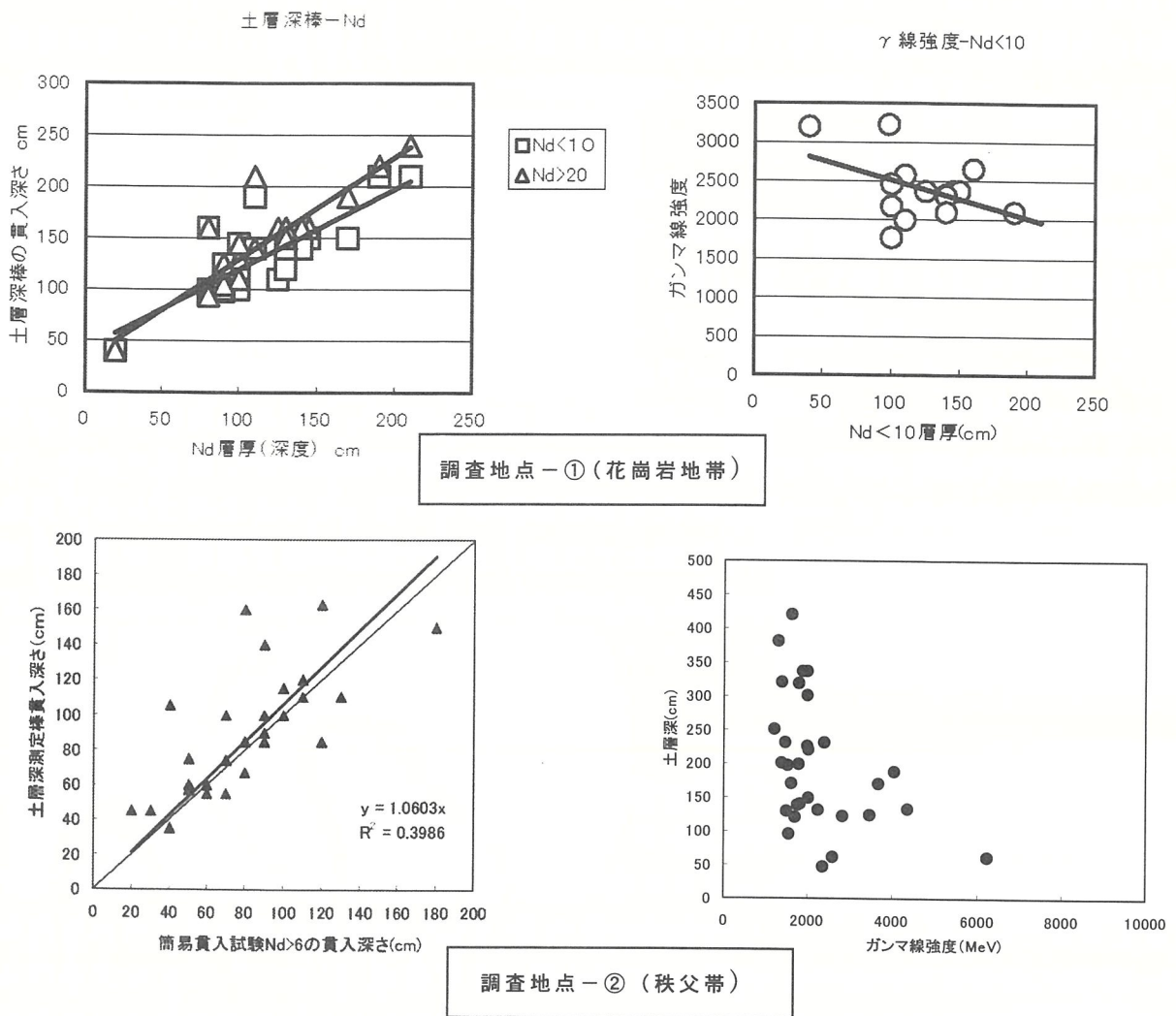


図-3 各種測定法と簡易貫入試験結果との関係

参考文献)

1) 例えば

桑野健 佐々木靖人 脇坂安彦(2003): 数量化理論による岩盤崩壊物質の到達範囲予測—道路斜面 GIS ハザードマップ作成に向けて—, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, 2003, ,285-288, (日本応用地質学会)

2) 例えば

沖村孝(1982): 潜存崩土層分布を利用した表層崩壊発生位置に関する研究, 新砂防, 35, 1, 9-18,

3) 高山陶子 小野田敏 佐々木靖人 道路斜面防災 GIS 共同研究会(2003): 詳細な DEM を用いた道路斜面災害発生危険箇所抽出の検討, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, 2003, ,9-10, (日本応用地質学会)

4) 基礎地盤コンサルタンツ (株) (2002): 斜面土層深測量業務報告書 (土木研究所内部資料)

アクティブ・ダミー法によるAEカウントシステムの構築と応用

⑤

日本大学工学部○田野久貴
同上大学院 (国際航業) 阿部大志

1. まえがき

AEは限られた条件下ではともかく、野外では高価のわりにその効果が疑問という一般の評価があるように思われる。一方、災害を事前に防ぐことが「防災」であるとすれば対策工もその一部であるが、このような際のAE法を含めた野外計測は「防災」のためであるとは言い難い。社会資本をふんだんに投下出来た時代においてすらモニタリングが表にでにくいように思われたが、今後ますますその傾向が強まることが考えられる。その結果「防災」というフレーズだけが一人歩きし、多様な自然界の挙動とは乖離したところで議論され、地盤災害が一向に減らないということが危惧される。このような社会的背景とは別にシステム構築においても問題がある。研究という観点からは社会への応用よりも、誰もやっていないことを、より高精度・高分解能を追求するきらいがある。また、経費を気にせず単にある性能を満足させるということであれば、大抵の装置はいかようにでも作れる時代であるにもかかわらずそうはなっていない¹⁾。そこで、簡易的なモニタリング装置の一つとしてAE装置の構築²⁾を試みているが、その現場での設置や回収の作業性、AE法の欠点の改良および防災面への積極的な適用性を考慮しつつ、試行錯誤を重ねた結果おおむね実用的段階に達した。以下はそのシステムの概要とその後の適用事例である。

2. NUAECUSの改良 (1) コンパクト化: NUAEC S(Nihon University's Acoustic Emission Counting System) は1) アクティブ・ダミー (AD) 方式の採用、2) 乾電池で数ヶ月以上駆動する、3) AEカウントのみに特化した (図1) 極めて経済的なシステム等が特徴である。1) のAD方式とは、全く同一性能のシステムを2台用意して、一つ

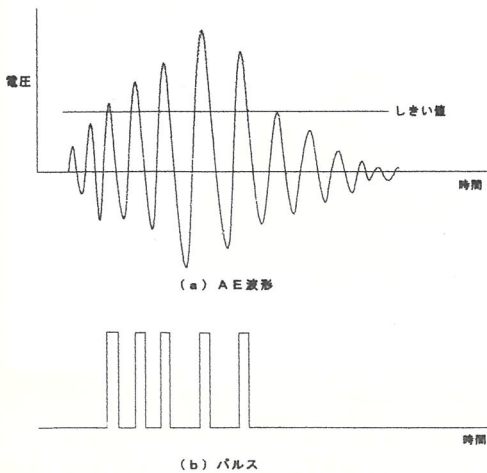


図1 AEカウントの原理

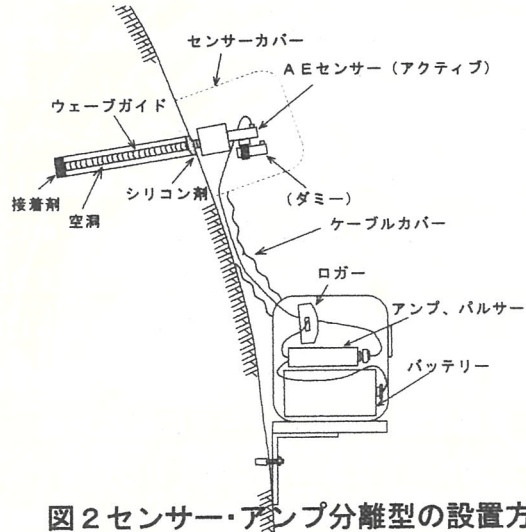


図2 センサー・アンプ分離型の設置方法

のセンサーは対象物に接触させ（アクティブ：A）、他方のセンサーは対象物から僅かに離して（ダミー：D）同一ケース内に収納・設置する方式である。Aの記録とDのそれとを比較して同一時刻にAとDにカウントが記録されている場合はこれらはノイズと判断する事によりこれを低減する方式である。この方法を可能とするには、3）に示したように1チャンネル当たりのコストが安価でなければならない。電氣的ノイズや極めてエネルギーの大きい衝撃（例えば、人為的なシステム周辺における打撃など）はAとDの両方に同時にカウントされると考えられるからである。このノイズに対する信頼性がAEの三大欠点の一つである。また、Dの記録をみれば、現場のノイズ環境をある程度知ることも出来る。開発した当初は図2のような設置スタイルが標準であった。記録そのものには問題ないが設置に手数がかかるのが欠点であった。すなわち、センサーをアンプから離す（一般にAE装置ではこのようなスタイルである）ために、センサーカバー、センサーコード用保護管、その固定金具の打設、アンプ・ロガー・乾電池一括収納箱の使用、収納箱の岩盤等への固定など、いくつかの手順が必要であった。そこで、写真2に示すようにセンサーを本体に内蔵したコンパクトな形式とした。すなわち、まず、ウエーブガイドを打設固定する。つぎに、その先端にAE収納ケースの底部にある固定用キャップを被せ3本のねじで締めて固定する。この固定キャップの中心には穴がありAセンサーが内部のバネによってその先端を数mm露出させており、ウエーブガイドの先端がこのセンサーを本体内部に押し戻す形でセンサーと接触する。DセンサーはA（アクティブ）の後（上）方に位置しこれもバネによって押され、緩衝材を介してアクティブを常時押す構造となっている。したがって、収納ケースに打撃を加えたような場合にはAD同時に記録される。一般には、先頭のAセンサーを通過して後方のDセンサーまで到達するようなAE信号はないと考えてよい。この方式は、振動ドリルによる削孔・ウエーブガイドの固定、本体の設置と極めて作業は簡素化されている。

（2）トンネル用NUAECS：建設中のトンネルでのAE計測では設置方法等に種々問題がある。特に切羽付近などでは爆風を避けるために吹き付けコンクリートを箱抜きするなど、手間がかかり現場サイドではあまり歓迎されない。そこで、写真3と4に示すようにロックボルトをウエーブガイドとし、上部のナットを利用して装置全体を固定する方法を考案した。（1）と同様に基本的にセンサーは本体内蔵方式でナットの側面にセンサーが接する構造となっている。切羽に直接設置し発破直後の切羽周辺の状況をAEでモニターすることが考えられる。爆風に耐えるために装置の長軸方向はトンネル壁に沿ってトンネル縦断方向に平行となるよう設置する。また、岩塊の直撃に耐えるために鋼鉄製のカバーを用いる。チャンネルを用いた例を写真5に示す。ロックボルトに本体を取り付ける作業はそのものは1分程度で終了する。爆風を考慮して装置の全高は60mm程度である。

（3）記録間隔・時間とデータの回収方法

記録間隔と記録時間は相反する要素である。初期のシステムは表1に示すように記録間隔は10分間隔に固定され、記録時間は400日であった。データ回収はパン

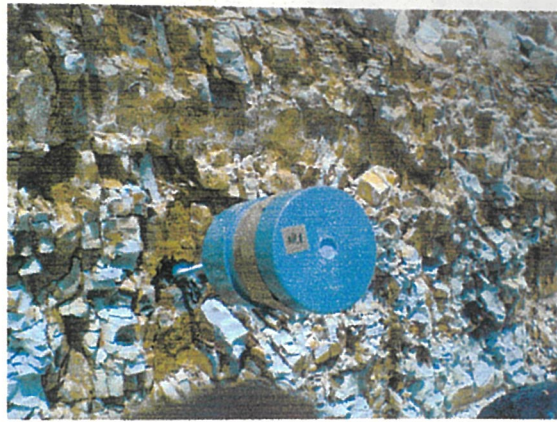


写真1 センサーアンプ分離型 (滑落崖)

写真2 センサー内蔵一体型 (滑落崖)

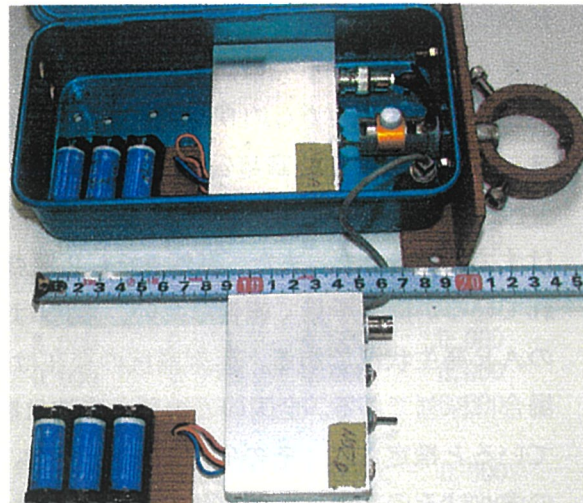
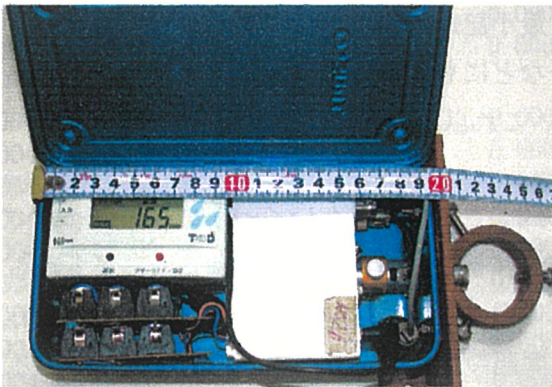


写真3 ロックボルト取り付け型
(アクティブ・ダミー2chが上下に重なっている)

写真4 同左、上部のダミーアンプを取り出した状態

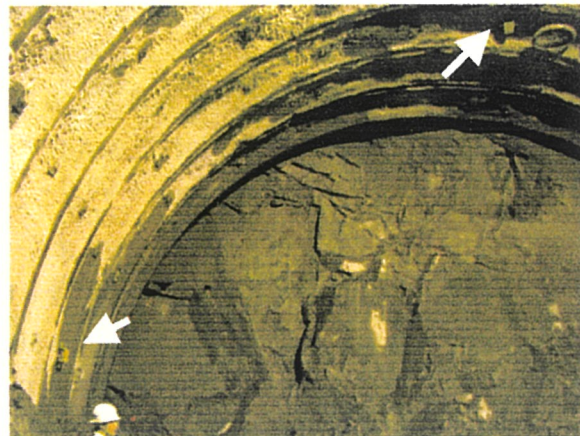


写真5 発破前にプロテクトをした状態

写真6 発破前の切羽直近のAE装置 (矢印) と切羽の状況

コン直結である (Aタイプ)。

1年に及ぶような計測はこれだけで十分と考えられた。

一方、変状速度がやや速く測定間隔をより短くしたい場合はBタイプを用いる。特に設置箇所頻りにアク

セスしにくいような場合には、このBタイプは無線方式で回

収器にデータをまず収納チェックが可能で、その後パソコンで回収することも可能であるのでより適している。Cタイプは記録間隔1日1回の場合、Bよりさらに約8.7年に及ぶ長期間の記録が可能である。BとCタイプは、最小記録間隔は1秒であるから、例えばトンネル切羽における発破直後の挙動のモニターなどにも応用可能である。ただし、この場合記録時間は最大でも約9時間程度であるので、これ以上の計測には工夫を要する。

3. 現場への二三の適用例

NUAECSの分離型はすでに各地に設置中であり、これらのうちいくつかの結果についてはすでに報告した。また、海外³⁾でも2地点において計測継続中でその後新たな結果も得られているが機会を見て報告したい。図3は愛知県内の亜炭採掘廃坑の残柱(凝灰岩・泥岩)のAE発生状況である。亜炭廃坑の存在は陥没問題の素因となり得る。付近に住宅がある場合は深刻である。全国のこの種の廃坑は廃坑となってから少なくとも30年以上が経過していると推定され、その劣化のメカニズムや劣化速度を見極める必要がある。現地の残柱の多くはその表面に亀裂が観察される。乾湿繰り返し誘因と推測されるが、詳細は明らかではない。計測を開始してから間もないが、短期間の間にもかかわらず相当数のAEの発生が認められ、微視亀裂の不連続的な発生を示唆するものであろう。

表2は現在掘削中の、あるトンネルの切羽直近約3mの位置において、左右の側壁(NO.1とNO.3)と天端(NO.2)のロックボルトに設置した装置のAE発生数を10秒間隔で示したものである。設置した装置を写真4と5に、設置状況を写真6に示す。設置は工事再開の前日の休日に予約設定で行われた。AEデータを見ると、午前6:50分過ぎに切羽が動きだし、6:55には全面的に動き出していることが3カ所の各A・D2チャンネル、計6チャンネルすべてにAE信号が観察されることから伺える。削孔した孔内に火薬が8:10頃までに装填が終了し待避が開始された。その後8時14分40秒に至るまで全チャンネルにAEが全く認められない。この10秒後の8:14:50に点火されされたことが全チャンネルのAE発生とその後の点火後の確認と思われるAEの静寂から推定される。8時20分には幾つかのダミーやアクティブに連続してAE信号の発生認められる。その後のAE発生状況は省略するが、ズリ出し作業など、再び切羽が全面的に動き出したことがわかる。以上の記録の中で注目される結果は、点火されたと推定される午前8時14分50秒からの10秒間の

タイプ	記録間隔と記録時間()内		回収方法
	最小	最大	
A	10分(400日)	10分(400日)	パソコン直結
B	1秒(4.5時間)	1時間(660日)	無線(パソコン)
C	1秒(9時間)	24時間(3200日)	パソコン+回収器

表1 AEシステムの記録間隔と記録時間の種類

表2 あるトンネルにおける発破前後の切り羽付近の時間推移とAEの発生カウント数
(3カ所×AD2チャンネル=6チャンネル)

Date / Time	左側壁		天 端		右側壁		AE から見た 推定作業状況
	アクティブ	ダミー	アクティブ	ダミー	アクティブ	ダミー	
2004/04/12 06:50' 50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 06:51' 00	2.000	0.000	4.000	0.000	0.000	2.000	作業開始
2004/04/12 06:51' 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 06:51' 20	1.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 06:51' 30	3.000	0.000	1.000	0.000	0.000	3.000	
2004/04/12 06:55' 00	80.000	0.000	86.000	2.000	51.000	90.000	作業全開
2004/04/12 06:55' 10	178.000	21.000	193.000	41.000	124.000	202.000	
2004/04/12 06:55' 20	236.000	126.000	220.000	120.000	138.000	215.000	
2004/04/12 06:55' 30	235.000	127.000	216.000	116.000	133.000	207.000	
2004/04/12 06:55' 40	229.000	124.000	218.000	114.000	134.000	206.000	
2004/04/12 06:55' 50	233.000	124.000	227.000	126.000	141.000	215.000	
2004/04/12 07:37' 40	181.000	62.000	191.000	39.000	88.000	170.000	
2004/04/12 07:37' 50	125.000	25.000	107.000	6.000	39.000	95.000	
2004/04/12 07:38' 00	112.000	32.000	99.000	14.000	42.000	93.000	
2004/04/12 07:38' 10	14.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	
2004/04/12 07:38' 20	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	2.000	
2004/04/12 08:10' 10	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	待避中
2004/04/12 08:10' 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:10' 30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:10' 40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:10' 50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:11' 00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:11' 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:11' 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:11' 30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:11' 40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:13' 40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:13' 50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:14' 00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:14' 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:14' 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:14' 30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:14' 40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:14' 50	47.000	45.000	62.000	73.000	14.000	40.000	点火
2004/04/12 08:15' 00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:15' 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:15' 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:15' 30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:15' 40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:15' 50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	待機中
2004/04/12 08:16' 00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:16' 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:16' 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:16' 30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:19' 20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:19' 30	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	作業再開
2004/04/12 08:19' 40	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2004/04/12 08:19' 50	14.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	
2004/04/12 08:20' 00	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

みAEが発生しその後の5分間は全くその発生を見ていないことである。新たな応力状態によって例えば節理間の微細な動きによるAEの発生があったとしても、この変形すなわち弾性的変形はこの10秒間で終了したことを示唆するものであろう。このことはまた、切羽（亀裂の開口していない花崗岩）の地質が良好であることを示すものと思われる。

4. まとめ

本研究のシステム開発の思想は、今後の社会的情勢のもと多様な自然界の信号を長期にわたり捕まえるためには経済的な装置を数多く設置する以外にないと考えるところある。システムが安価になると材料費に占める市販のセンサーの占める比率が大きくなる。AEのカウントに特化することでセンサーの特性に拘らなければ、簡易型センサーの開発も可能と考えている。数多くかつ長期に計測することで、今後新たな知見が得られることを期待しているが、もちろんすべてが分かるわけではなく、精密な計測法は数多く存在しており本装置はこれらへのつなぎの役目を果たせればと考えている。以上をまとめると次のようである。

- 1) NUAECSを改良し、従来10分間隔であったものを最短1秒から1日の測定間隔まで可能なシステムを構築した。
- 2) 従来のセンサー・アンプ分離設置型以外に、センサー内蔵型とロックボルト取り付け型を開発し装置全体を小型化することにより設置作業時間も大幅に短縮された。
- 3) ロックボルト取り付け型を、発破直前のトンネル切羽に設置し10秒間隔で計測した結果、AEの発生は10秒以内に収束し現場の岩盤は良好であると推定された。
- 4) 亜炭廃坑の残柱では短期間においてもAEの発生が顕著であり、現在も劣化が進行していることが認められた。

謝辞:本文をまとめるに当たり、現場測定に関連して国土交通省磐城国道事務所の現場監督官、また、(株)竹中土木の現場所長はじめとした現場技術者の多大な協力を得たことを記しここに深甚なる謝意を表す。本研究の一部には平成16年度文部科学省科学研究費補助金(no.16560436)の補助を受けていることを記し重ねて謝意を表す。

参考文献 1) 田野久貴:自然界の信号と簡易的計測、応用地質、第44巻、第5号、p.273,2003
 2) 芹澤恒・田野久貴:簡易的AEカウト装置の試作と現場への適用、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、pp.334-335, 2003 3) 田野久貴ほか:3300年前の地下岩盤構造物の安定性に関する調査結果概要、日本応用地質学会東北支部第11回研究発表会講演集、pp.16-21,2003

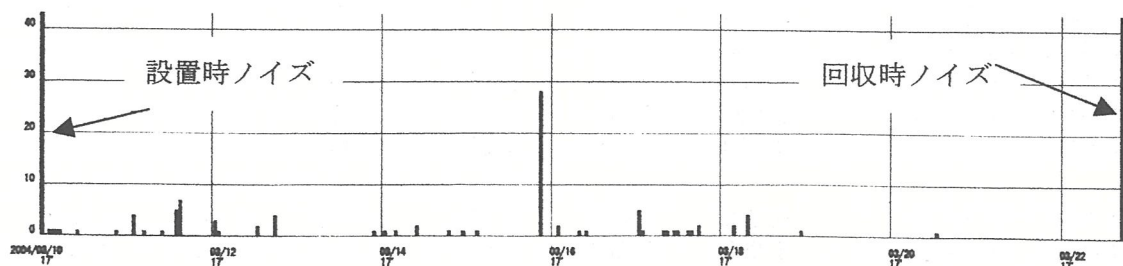


図3 亜炭廃坑(愛知県)の残柱におけるAEカウントの計測例

これからの水害に対する行政と住民の防災体制のあり方について ⑥

～ 防災体制懇談会における意見を踏まえて ～

国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所○吉田 桂治
(現・福島県土木部都市領域) 高橋 宏実

1. はじめに

去る平成14年12月14日、一関市内で、「これからの水害に対する防災体制懇談会」と題した懇談会が開催された。この懇談会は、平成14年7月の台風6号災害時に明らかになった災害対応上の課題を踏まえながら、公・民・学のそれぞれ立場の異なる12名の委員による意見交換を通じて、今後のより望ましい地域の洪水防災体制のあり方について模索することを目的に開かれたものである。

本報告では、この懇談会を開催するに至った背景やその内容を紹介すると共に、懇談会で出された意見を踏まえつつ、これからの水害に対する行政と住民の防災体制のあり方についてを報告するものである。

2. 懇談会開催の背景

平成14年7月洪水、一関市の狐禅寺観測所において13.51mという戦後3番目の水位を記録する極めて大規模な出水となり、県内の総被害額は約705億円と全国最大となった。同時に、住民への避難勧告等も広い範囲で発令され、その対象は岩手県全体で16市町村、6,287世帯、18,780名にのぼった。

近年、このような大規模災害が発生すると、その後には必ずと言っていいほど、「行政の不手際」「不十分な情報提供」「危機管理の甘さ」といった言葉が、今後の課題としてマスコミ等によって取り上げられる。これは今回の台風6号においても例外ではなく、盛岡市や一関市では、市議会でも取り上げられることとなった。

しかしその一方で、行政から住民への情報提供は、情報機器の高度化も手伝って、従来からのテレビ、ラジオ、防災無線によるものに加え、i-mode、インターネット、光ケーブルを介した画像を含めた災害情報提供等、その手段は多様化し、提供される情報もより詳細なものになってきている。

また、今回の災害では、災害中にはNPO災害サポーターシステム岩手が現場の情報収集や水防活動に力を発揮し、また主に東山町では、県内外からのボランティアが被災後の後片付けに大いに活躍した。

これらの事柄を念頭に、今後の水害発生時のより円滑な災害対応への課題を考えた場合、「情報提供」と「行政と住民との連携」が、キーワードになり得るものと推察される。そこで、この防災体制懇談会は、これらの課題を共通のものとして認識し、答えを見出す第一歩となることを期待して、企画・開催されたものである。

3. 懇談会における意見

3.1 住民の意識と行動 ～基調講演より～

懇談会ではまず、岩手県立大学の首藤教授に「台風6号災害に関するアンケート調査結果について」と題した基調講演をして頂いた。これは、首藤教授が洪水発生後の平成14年8月に東北大学と共同で、特に被害の大きかった東山町と川崎村を中心に行ったアンケート調査の結果をまとめたものであるが、それによると住民の意識・行動について、以下のような傾向が見られるとのことであった。

- ・被災経験の有無は、被害程度の予測や実際の避難行動とは直接的に結びついていない。
- ・テレビやインターネットによる情報、避難勧告によって避難を開始した人は少なく、身の回りに危険が迫ってようやく避難を始めた人がほとんどである。
- ・ハザードマップの情報が災害対策や避難行動に上手く活かされているとは言い難い。

これに関して首藤教授は、ハザードマップにしても、雨量・水位等の情報にしても、情報を受け取る側が、その重要性を理解し、ぴんと来るような翻訳作業が必要ではないか、とコメントした。

表1. 委員発言まとめ

発言者	行政側の課題	住民側の課題	その他
自治体代表	受け手の立場に立った、出来るだけ分かりやすい表現(例:あと〇〇mでどうなる)での情報提供が重要	自分の身は自分で守るという意識を持つことが大切。避難場所等について、普段から家庭内で話し合いをすることも重要	洪水時にも避難に使えるような道路を整備して欲しい
	洪水慣れしているが故に対応が遅れ気味になった可能性がある	慣れや自分のところは大丈夫という意識に注意	
		高齢者社会であることを念頭に入れた自主防災組織の組織化、及び、近隣住民・水防団等の連携強化が必要	
住民代表	指示系統をしっかりと、速やかに行動に移して欲しい	自分の生命財産は自分で守るという自主防災意識を日常から持つことが重要	今回のボランティアの働きには胸を打たれた。他の市町村で同じような災害が発生したときに即応できる体制作りが必要
		住民同士の横のつながりが避難行動につながることを望ましい	次にハザードマップが配られる際には、避難場所等に関する説明会を開催して配布したい
民間	現在の水位と雨量の情報だけでは、どこがどう危険が分からない		役場内に各地区毎の情報(電話受付)窓口を設ければ、混乱なく地域からの情報を受けられるのではないかと
	現場では、役所及び地元住民の人の情報の共有がなかなか出来ないのも、より多様な方法での情報提供を検討願いたい		例えば水位については、標識のようなものを設置して一目で危険が分かるような仕組みを作れば、自主防災にも役立つのではないかと
国・県	(各市町村は)より分かりやすく、情報提供を受けた時によく活用できるハザードマップを作成する必要がある	地域と行政が連携して訓練を繰り返し、ハザードマップの周知徹底を図る必要あり	平常時からの心構えとして、土地利用面も含めて災害に強いまちづくりという観点を持って欲しい
	水位・雨量の的確な情報提供が必要	川のそばに町がある以上、堤防があっても万が一を常に考慮に入れて欲しい	
	地域住民からの情報提供は、行政の判断等において重要なので、それらがちゃんと伝わるシステム作りも必要		
	地域住民、市町村、県・国が、それぞれ持っている情報を上手く共有・伝達できる仕組みが必要		

自治体代表：一関市、東山町、川崎村の各市町村長

住民代表：一関市、東山町、川崎村の自治会代表(各1名)

民間：一関ケーブルネットワーク局長、NPO災害サポーターシステム岩手メンバー

国・県：河川部長、岩手工事事務所長、岩手県河川課長

3.2 各委員の意見

基調講演に続いて、他の委員の方々からそれぞれ意見を頂いた。委員の方々には、次に

示す3つのテーマを事前に伝えており、これを中心に幅広い意見、反省、提言等が出された。紙面の都合上、要点のみをまとめたものを表1. に示す。

- 【テーマ】①災害時に地域住民は何をなすべきか、何が出来るのか
②（住民は）行政と何を連携すべきなのか
③災害時のボランティア活動を円滑に進めるコーディネーターの養成

3.3 座長のまとめ

前述の各委員の発言を受け、懇談会の座長を務めて頂いた首藤教授により、行政・住民双方の今後の心構えとして、以下のような総括がなされた。

- 1) 川の近くに住む以上、それなりの覚悟と対策を考えておく必要がある。
 - 2) 落ち着いた行動のためには、様々な角度・段階の情報を上手く伝達・共有することが大切
 - 3) 情報の質も重要。局所的情報と大まかな情報とで、発信元の役割分担をすることも必要。
 - 4) 情報が行動に結びつくには、日頃の訓練等によって、受け手が敏感でなくてはならない。
 - 5) 過去の経験はすぐに忘れがちなので、常に危機感を持つように心掛ける必要がある。
- そして、これらをさらにまとめて、水害に対する対策は、「最初はハード。次は情報。そして最後は、住民一人一人の覚悟と判断。」との座長の言葉で、懇談会は閉幕した。

4. 防災情報伝達の3段階

ここまで紹介してきたように、懇談会では座長を含む各委員から様々な意見・提案等が出された。しかし、これらの意見を包括的に捉えると、実は、委員の立場（行政側or住民側）に関わらず、行政側については「分かりやすい防災情報の提供」、住民側については「自主防災の心構え」が、今後の重要な課題として認識されていることが、表1. からも見てとれる。これは、極めて当り前の結論ではあるが、同時に防災情報と住民行動との関係に関する本質を突いた、非常に重要な結論でもある。これが何故重要か、何故本質を突いていると言えるのかは、情報の処理のされ方、すなわち、防災情報がどのように行動に結びつくかに着目するとよく分かる。

社会心理学の世界には、情報が行動に結びつくまでのプロセスは、3つの段階に分けられるとする見方がある（例えば、吉田（1967）による）。これによれば、第一段階は物理的に情報が伝えられる段階。第二段階は、情報の受け手が、もたらされた情報について重要かどうかの判断を行い、その結果に基づいて次の行動が決定される段階。第三段階は、その決定に従って実際に行動をする段階、とされている（図1. 参照）。このプロセスは、「現在降っている大雨は100年に1回の大雨に相当します。」という災害情報を例にすると次のようになる。一段階目は、単にその情報が伝わるかどうか。第二段階は、受け手（住民）がその情報を聞き、自分の経験・知識等に基づき「それは大変だ！」との認識を持つこと。そして三段階目は、その認識に基づく実際の避難行動、にそれぞれ相当する。

このプロセスにおいて第二段階が極めて重要であることは、ほぼ自明である。なぜなら、どれほど災害情報提供手段を整備・拡充し（第一段階に相当）、また、避難に役立つよう

に浸水しにくい道路を作った（第三段階に相当）としても、発信者側の「危ない！」とい

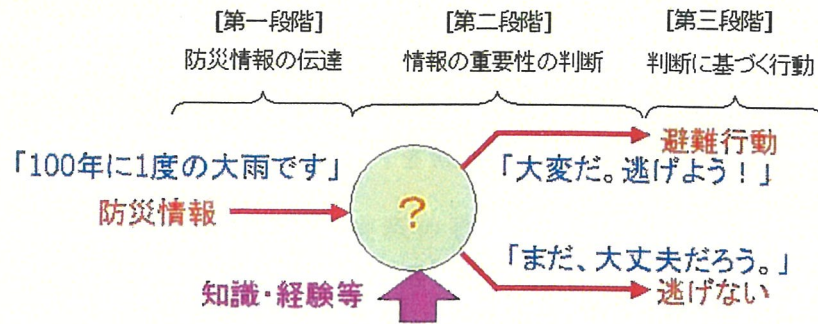


図1.災害情報伝達の3段階

うメッセージが、受け手に「危ない！」というメッセージとしてちゃんと認識され、それが次の行動につながらなければ、その情報はまったく意味をなさないからである。

従って、これからの水害発生時において、発信された防災情報が効果的に作用するためには、この第二段階の「改善」が不可欠である。ここで先ほどの例を思い出して頂きたい。「大した事がない。逃げ無くても大丈夫だ。」との判断が下された場合、その理由は、「100年に1回という言葉の意味が分かっていない」からかもしれないし、「100年に1回でも、自分の家は大丈夫と考えた。」からかもしれない。つまり、この第二段階では、受け手の知識・状態等によって判断基準が何通りも存在し、この多様な判断基準が、情報発信者の意図とは違う行動（災害情報の場合は、たいていの場合「逃げない」という行動）を導くのである。

そこで、この問題を「改善」、すなわち、情報が出来ただけ意図どおりに伝わるようにするには、判断基準の共通化が必要となる。「誰にでも分かりやすい表現で情報を流す。」とか、「伝えられた情報の重要性をすぐに理解し、反応出来るように普段から知識を蓄えておく。」こと等が、その例として考えられるであろう。しかしこれは、冒頭で述べたことに他ならない。つまり、「自主防災の心構え」は受け手の災害情報に対する「敏感さ」を左右し、この「敏感さ」と「分かりやすさ」が、ここまで述べてきた第二段階の「改善」、すなわち、「情報の意図の正確な伝達」の可否を大きく左右する要素となっているのである。

5. おわりに

本報告では、防災体制懇談会で出された数々の意見を集約しつつ、防災情報伝達の仕組みについて一つの視点を示した。今後の防災体制を考える場合、行政と住民の具体的な連携、行政機関同士の情報共有の仕組み等、話題にすべきことは他にも多数ある。

その中で、敢えてこのような論を展開したのは、普段、防災情報や防災体制上の課題についての議論・検討を行う際、「分かりやすい防災情報の提供」や「普段からの防災意識の向上」が、その選択肢として頻りに挙げられるものの、「何故」それが重要で、それが「どのように」作用するのかについては、あまり考えられていないのではないかと感じたからである。

防災情報の提供にあたっては「情報の重要性」や「住民が望む防災情報とは何か」について、行政、住民が十分議論し、住民が共通の認識を持った上で、よりよい防災情報及び防災体制のあり方について、模索していきたいと考えている。

賛助企業・団体の方へ

下記にご記入のうえ、FAXでご返送ください。

○なお、支部ホームページ (<http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/tohoku/>)にも同じ様式があります。
E-mailでも受付しておりますので、ご利用ください。

あて先

応用地質学会東北支部 事務局 担当：塚原、鈴木（香）	
FAX	022-237-0476 お問い合わせ電話番号
E-mail	jseg-tohoku@info.email.ne.jp 022-237-0471

ご連絡ご担当様のお名前等

企業・団体名	ホームページ名簿への記載の可否 (○・×)
〒番号	
住所	
電話番号	
FAX番号	
E-mail	
ご担当者ご氏名	

備考	賛助口数 (1口 10,000円)
----	-------------------

※ 東北支部事務局では、皆様への連絡にE-mailを活用して、迅速・確実に行い、かつ経費削減を計りたいと考えています。皆様のご協力をお願いします。



日本応用地質学会東北支部
第12回研究発表会講演集

平成16年5月21日発行

編集 日本応用地質学会東北支部事務局

応用地質株式会社 東北支社 内

仙台市宮城野区萩野町3-21-2

TEL:022-237-0471
