

テールアルメの耐震性能(その2)
- 平成16年新潟県中越地震における被災調査報告 -

補強土 地震 現地調査

JFE 商事株式会社 正会員 永倉 秀典
JFE 商事株式会社 正会員 松澤 佳一
川商テック株式会社 正会員 太田 均

1. はじめに

2004年10月23日17時56分、新潟県中越地方の深さ13kmで発生した平成16年新潟県中越地震は、マグニチュード(M)6.8の直下型の大型地震で、新潟県川口町で最大震度7が観測されている。本震以降の余震活動も活発で、震度5以上の地震履歴は10月23日だけで11回、全体で20回にも及んでいる。今回の一連の地震は、魚沼丘陵の地下約5~20km程度で発生している。中越地方の地形的特長は、信濃川等の河川に沿って軟弱な平地が分布し、山の尾根方向は北東から南西方向にあって断層の方向と一致している。また斜面は岩盤上に土砂が堆積した状態で滑落しやすい地形である。被災時の気象環境は、地震発生直前の台風の影響により、地盤・盛土が高含水状態で被災している。結果として、斜面や盛土構造物に甚大な被害が生じた。

補強土(テールアルメ)壁工法も中越地方に数多くの施工実績があり、今回厳しい環境下にあったテールアルメを対象に被災調査を実施した。本文では、調査概要ならびに調査結果について報告するとともに、調査の結果から得られた変形の形態を整理し、原因の考察ならびに今後の改善策について述べる。

2. 調査の目的と概要

新潟県内に存在する弊社施工実績408件中、当地(本震からの震源距離約35km圏内)には、1976年11月に施工されたメタルスキン構造物に始まり、71件の施工物件がある。ただし、すでに立地個所が不明であるものや、交通規制で現地入り不可能なものもあり、今回51物件(72壁)について現地調査を実施した。表-1, 2に調査対象の内訳を示す。今回の調査では、路肩構造のものが8割であった。調査時期は、11月中旬と12月上旬の2回でいずれも積雪の影響を受ける前に実施した。調査の目的は、現地テールアルメの本体ならびに周辺の被災状況を把握し、次の行動に向けた判断材料を得ることにある。表-3に示す項目が調査時の着目点である。弊社では大きな地震の発生時に現地調査を実施し、調査案件ごとに状況を記録し、健全度の評価や応急対策の必要性の判断に役立てている。¹⁾

3. 調査結果

調査結果集計を図-1に示す。調査時に補修が必要と判断されたもの(盛土修復・一部補修)は約1割で、変状や損傷が軽微もしくは無いものが9割であった。

また変状が確認された2現場(計10箇所)では、テールアルメの補強盛土としての安定性を判断するために、壁面材を削孔して供用中のストリップによる引抜き試験を実施した²⁾。引抜き試験は全ての箇所において所定の引抜き抵抗力が得られ、地震により変状したテールアルメも、地震が収束した静止状態では、所定の引抜き抵抗力を発揮していることが確認された。兵庫県南部地震においても震度7の強振動を受けて変状したテールアルメの引抜き試験を実施し、同様に十分な引抜き抵抗力を発揮していることを確認している。³⁾

今回の地震で確認された一般的な変形・損傷の形態を以下に示す。

(1) テールアルメ本体の変形と部材の損傷

断面方向で壁面全体のはらみ・前倒れ、壁面材同士の目違い、壁面部材の角欠け・クラックを確認。ただし、盛土全体が崩壊したり壁面材が脱落する

表-1 調査対象の壁種別と断面形状

調査対象の壁種別		壁数	断面形状	
			路肩	土羽
直壁	メタルスキン	2	1	1
	コンクリートスキン(18cm厚さ)	25	16	9
	コンクリートスキン(14cm厚さ)	32	31	1
	ミニテールアルメ	8	7	1
斜壁	カラーウォール	2	2	0
	テラトレール テラヴェール	3	0	3
合計		72	57	15

表-2 地震調査データ

最大震度	M	震源からの距離									
		-10	10~20	20~30	30~40	40~					
7	6.8	21	38	9	4	0					
盛土体の構造 特種											
単段	多段	突合	向面	水辺	長大	橋台					
47	4	2	18	0	0	1					
壁高											
基礎地盤											
0	H<5	5	H<10	10	H<15	15	H	深層	浅層	置換え	地山
25		39	6	2				0	9	63	

表-3 調査時の着目点と変状ランク

変状領域	全体・局所・異常なし	変状ランク	A・B・C・D
壁面の状態	横断方向	はらみ・前倒れ・座掘・目違い・土砂流出	
	縦断方向	目違い	
天端形式	笠コン、その他	目地の開き・目違い・段差・クラック	
	L型基礎・重力式	転倒・滑動・目違い・段差・クラック	
端部	構造物取合い	目地の開き・目違い・段差・クラック	
	土羽巻込み	巻込み部沈下・亀裂	
壁面材	クラック	角欠け・袖部クラック・ひび割れ	
	損傷	座掘・圧壊・脱落	
補強土周辺	テールアルメ上面	沈下・クラック・段差・すべり	
	テールアルメ前面	沈下・段差・周辺構造物の損傷	
道路・路面	通行可、通行不可	クラック・段差・付帯構造物との開き	
補修の必要性	有、無	部材補修・一部撤去再構築・全撤去	

変状ランク
A: 撤去再構築(盛土+部材の同時補修を対象)
B: 部材もしくは盛土の補修
C: 変状あるが補修無し
D: 変状無し、補修無し

調査結果集計

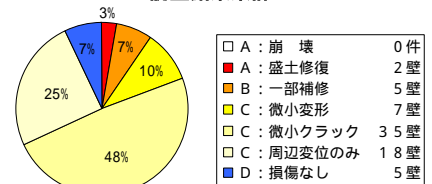


図-1 調査時の着目点と変状ランク

ような大損傷はない(図-2, 写真-1)。

(2) テールアルメ付帯構造物の変形と損傷

テールアルメ天端に設置された L 型防護柵基礎が、盛土側へ転倒する形態の変状が数例確認された(写真-2)。また、道路舗装面の沈下・クラック・段差が多く確認された。損傷の発生箇所の殆どは、道路縦断方向では、切盛り境界もしくは最上段のストリップ近傍で、道路横断方向では、構造物との取合い箇所である(図-3, 写真-3)。

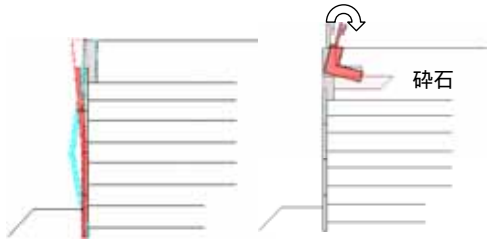


図-2 変状の形態図



写真-1 壁面材目違いおよび損傷



写真-2 防護柵基礎

4. 考察および今後の改善策の模索

(1) テールアルメ本体の壁面部材の変形や損傷に対する考察

テールアルメ工法は、地震動に追随することにより部材に作用する応力が開放されるフレキシブルな構造である。テールアルメのコンクリート壁面材同士は連結されていないため、地震動によって壁面材個々が挙動することとなる。壁面材の上下には緩衝材が配置されているが、振動の大きさによってはスキン同士の接触による角欠けが生じたり、目地の開きが生じたものと考えられる。壁面材同士の連結は、図-4 に示すように一方の袖部にジベル鉄筋(19mm)が突出し、反対側にシース孔が開いている。スキン袖部の損傷は、その組合せ部を起点に発生しており、今後袖部の損傷を軽減させる方法として、適度な剛性を有した素材選定等の改善策が考えられる。

(2) 天端 L 型防護柵基礎の変形に対する考察

天端 L 型防護柵基礎はテールアルメとは完全に分離独立した構造による剛な防護柵基礎である。変形の発生については、互いの変位挙動の違いによるものが主因である。L 型防護柵基礎に大きな変形が生じると、天端の道路修復の難易度や復旧期間に影響する懸念がある。変形を抑制する改善策としては、防護柵基礎底面の剛性を高めること(締固めを入念に行うことや、砕石範囲の拡大も考えられる)や、道路の修復を容易にさせるために、用地に余裕がある場合等、テールアルメの天端に 1 m 程度の土羽を予め計画し、防護柵は土中式とする等の予防的な計画を行うことも考えられる。



図-3, 写真-3 道路部の舗装面の損傷

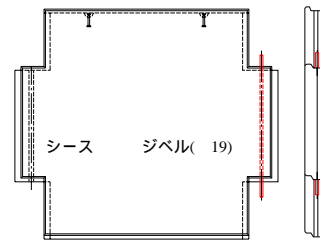


図-4 壁面材形状図



写真-4 一般盛土部の崩壊

5. おわりに

今回の地震では一般の盛土が崩壊し、道路が寸断された例も数多く見られた(写真-4)。一方でテールアルメに関しては、「変形はしたが崩壊には至っていない」ことが確認されている。これは「補強土」として盛土が補強されることによって道路の損傷が軽減された結果といえる。つまり一般の盛土に比べ、補強効果により変形が軽減され、且つ修復の程度も容易であった。道路構造物として求められる役割の中で、崩壊による人身事故の発生防止や、交通を寸断させないこと等が今後も重要である。

今回の地震調査によって確認できたことをまとめると、最大震度 7 の影響を受け変状したが崩壊には至っていない。

地震動を受けたテールアルメも振動が収まれば抵抗力を発揮し安定している。また、平成 17 年の春には融雪によって 2 次的な変位が生じることも懸念されるので、再調査を行う予定である。

参考文献) 1) テールアルメの耐震性能(その 1) - 過去 10 年間の地震における被災調査データから見る性能評価 - 太田・松澤・永倉他 第 40 回地盤工学研究発表会投稿中 2) 強振動を受けたテールアルメの現地調査(第一次調査) - 補強盛土内部の調査および健全性評価 - 北村・長尾・松澤・永倉 第 40 回地盤工学研究発表会投稿中 3) 兵庫県南部地震におけるテールアルメ盛土の調査報告 平成 7 年 2 月 22 日 川鉄商事株式会社