

アダムウォール工法維持管理マニュアル

2020年6月

アダムウォール協会

目次

1. 総説	1
1.1 適用範囲	1
1.2 維持管理の目的	1
1.3 用語の定義	3
1.4 維持管理の考え方	4
2. アデムウォールの点検	5
2.1 点検の目的	5
2.2 点検の方法	6
3. アデムウォールの診断	13
3.1 健全性の診断	13
3.2 変状原因の特定	15
4. アデムウォールの措置	17
4.1 経過観察による措置	17
4.2 補修による措置	19
参考文献	26

付録

アデムウォール点検台帳

1. 総説

1.1 適用範囲

アダムウォール工法維持管理マニュアル（以下、本マニュアル）は、アダムウォールの供用期間中における点検、診断、措置、記録による維持管理に適用する。

本マニュアルは、アダムウォールの供用期間中において、アダムウォールの補強土壁としての機能を健全な状態に保つための点検、診断、措置、記録による維持管理の考え方やその方法について示したものである。アダムウォールは、一般に規模が大きく厳しい条件の箇所で設置されることが多いため、変形や変状が生じた場合、道路交通や周辺の構造物等に与える影響が大きく、また、その修復性は、変形・変状の内容、補強土壁の規模、構造形式、設置条件等により異なる。このため、アダムウォールの維持管理にあたっては、個々の諸条件を考慮して適切な内容や方法で行う必要がある。また、本マニュアルは、災害時の点検調査や、変状が生じたアダムウォールに対する診断・措置の事例を蓄積し、今後も適宜見直していく必要がある。

1.2 維持管理の目的

アダムウォールの維持管理は、供用期間中における補強土壁としての機能を良好な状態に保ち、災害を未然に防止することを目的として行う。

アダムウォールは、特殊な施工機械を用いなくても垂直～1：0.5 までの壁面勾配を持つ補強土壁を構築できるため、都市部のように用地に制約がある場所から景観に配慮する必要がある山岳部まで幅広く適用されてきた。アダムウォールの実績（壁面積）を図-1.1 に示すように、これまでに 2500 件以上、累積壁面積で約 90 万 m² の実績がある。

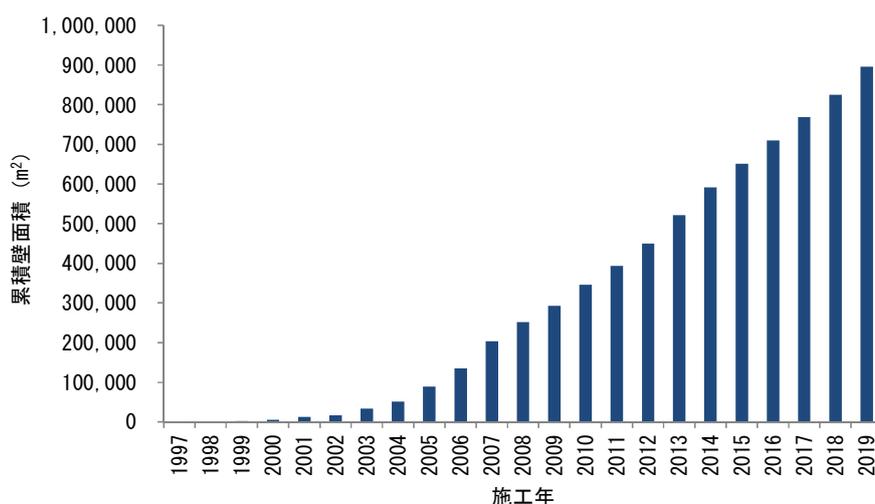


図-1.1 アダムウォールの施工実績

これまで施工されたアダムウォールの中には常時においても壁面のはらみ出しや目地の開き、場合によっては大きな変形を生じた事例もある。しかし、これらは雨水や湧水に対する排水対策、盛土材の種類や締固め方法などについて、設計や施工が適切に行われなかったことによるものである。このような不適切な設計・施工がなされた事例を除けば、これまでの多くの施工実績より供用中の健全性が経験的に確認されている。しかし、初期に構築されたアダムウォールは既にその供用期間が20年を超えており、今後、効率的な維持管理が求められる。

本マニュアルは、アダムウォールの変状を適切に把握し、その進行状況などについて必要な情報を得て、適切な対策を行うことによりアダムウォールの安定性の維持と効率的な維持修繕を図るとともに、降雨や地震などの災害時においてアダムウォールの崩壊による長期間にわたる通行止めなど大きな社会的影響が生じることを防ぐため、適切な点検と診断に基づいた措置の判断を行うことを目的としている。

1.3 用語の定義

本マニュアルにおける用語の定義を以下に示す。

1) 変状

アダムウォールを含む切土のり面、盛土のり面、周辺構造物、排水施設などに発生する形状、性状、環境の変化で視認できるもの。

2) 点検

アダムウォールの状態を日常的または定期的を確認し、早期にアダムウォールや周辺に生じた変状の有無を確認すること。

3) 調査

点検において変状が確認されたアダムウォールを対象に、現地調査により変状の程度や致命的な損傷の有無を確認し、資料調査や詳細調査により要因の把握を行うこと。

4) 診断

変状が現れたアダムウォールに対する調査の結果に基づいて、アダムウォールの健全性を評価すること。

5) 措置

変状及び損傷が確認されたアダムウォールに対する健全性の診断に基づいて、変状及び損傷の発生原因に応じてアダムウォールの機能の回復と安全の確保を図ること。

6) 記録

アダムウォールに対する点検、調査、診断、措置の経過を整理して保存しておくこと。

1.4 維持管理の考え方

アダムウォールの維持管理では、盛土材のこぼれ出しに至る致命的な損傷に対して、早期に機能の回復と安全の確保を図る。

アダムウォールをはじめとする補強土壁は、盛土材のこぼれ出しが生じなければ他の土工構造物と同様に、緩やかに変形が進行すると考えられるため、盛土材のこぼれ出しに至る損傷を見つけて早期に対応することを基本とした維持管理が合理的である。土木研究所による「補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究」では、盛土材のこぼれ出しを補強土壁の致命的な損傷と定義して、図-1.2 に示すように、盛土材のこぼれ出しに至る誘因、素因、要因、変状の形態を整理したフォルトツリーが整備された¹⁾。アダムウォールは二重壁構造であるため、内壁の盛土材のこぼれ出しが生じにくい構造であるが、1) 補強材（アダム）や連結部（グリッドベルト）の破断による壁面材の脱落、2) 壁面材の開口・貫通、3) 壁面材間の目地開き、4) 基礎地盤の洗堀、5) 連続/隣接構造物との目地の開きを致命的な損傷と考えると、点検、調査、診断に基づく措置の対応を図る。

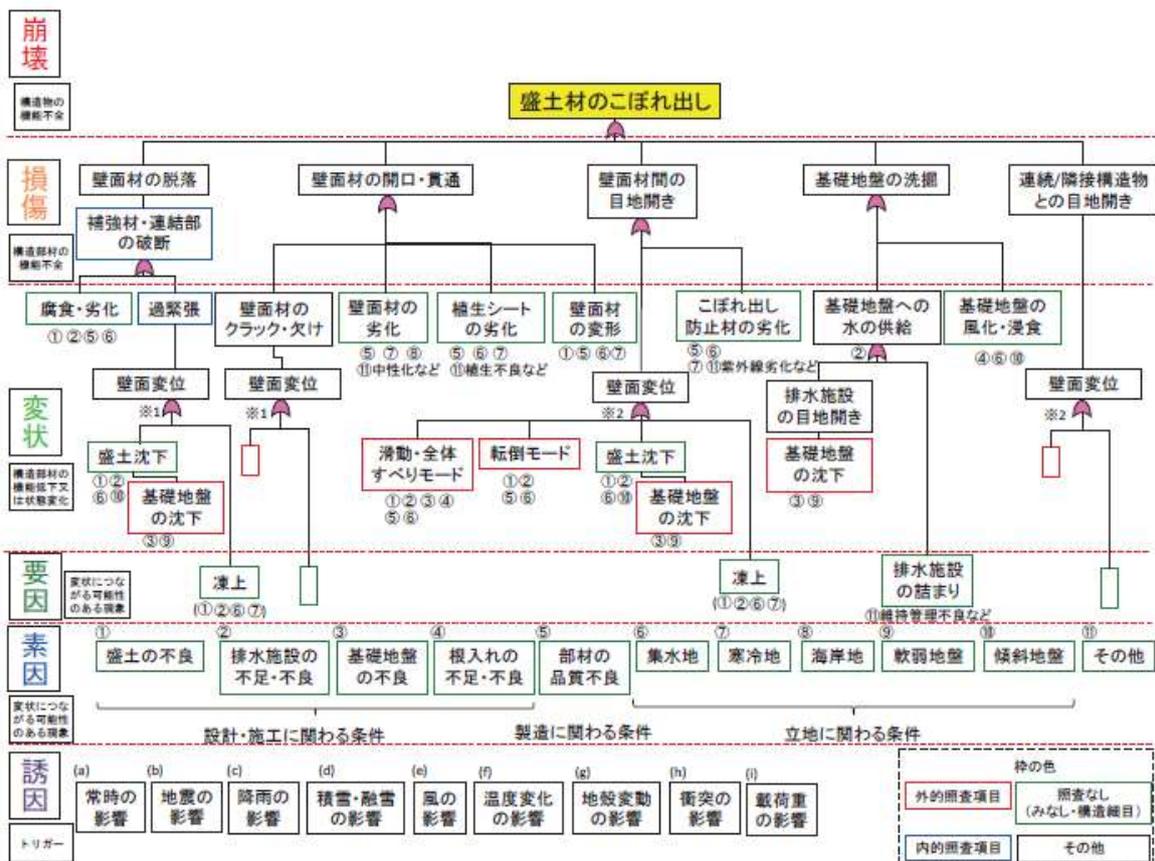


図-1.2 補強土壁のフォルトツリー¹⁾

2. アダムウォールの点検

2.1 点検の目的

アダムウォールの効率的な維持管理を図るため、アダムウォールの変状を把握するとともに、措置の必要性の判断を行うことを目的として点検を行う。

本マニュアルにおける点検は、アダムウォールの変状を適切に把握して、必要に応じて適切な対策を行うことにより健全性の状況と効率的な維持管理を図るとともに、降雨や地震などの災害時において、アダムウォールの損傷による通行止めなどの社会的影響が生じることを防ぐために、措置の必要性の判断を行うことを目的としている。アダムウォールの点検では、「道路土工構造物点検要領」に従って、アダムウォールが特定道路土工構造物（「道路土工構造物技術基準」に規定された重要度1の道路土工構造物のうち、長大切土又は高盛土）である場合は、巡視や通報などに基づいて変状が認められた場合に行う「通常点検」に加えて、5年に1回を目安に定期的に実施する「特定土工点検」を実施する²⁾。アダムウォールの点検区域は、図-2.1に示すように、アダムウォール本体のほか、基礎地盤、嵩上げ盛土、切土斜面、道路、排水施設、隣接構造物等を含む区域とする。

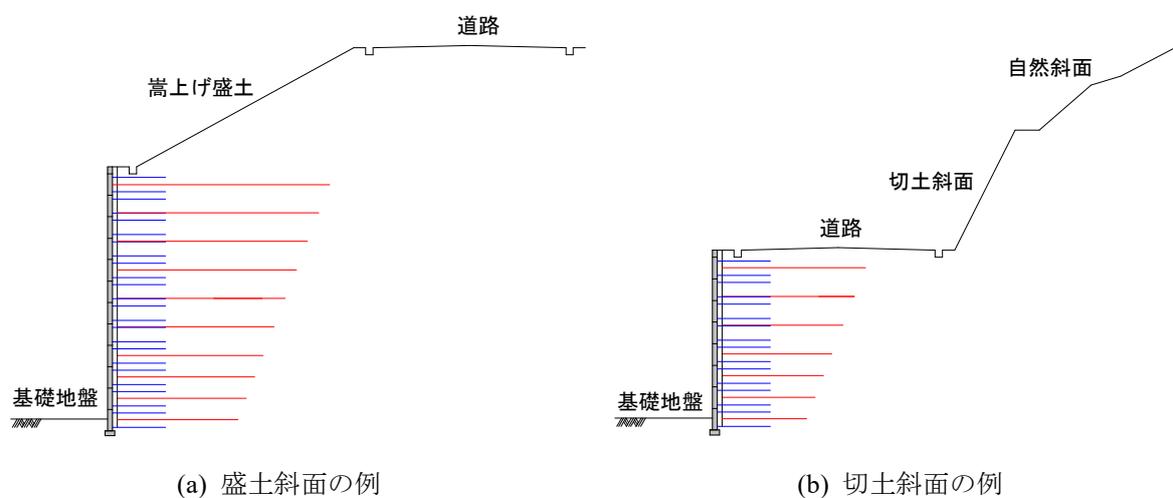


図-2.1 点検区域の概要図

2.2 点検の方法

アダムウォールの点検は近接目視により行うことを基本とし、健全性の評価をするために必要に応じて壁面や路面等に現れた変状量の計測を行う。

アダムウォールの点検における主な着眼点を図-2.2に、主な点検項目を表-2.1に、点検台帳の例を図-2.3に示す。アダムウォールの変状は壁面に現れやすく、壁面の変形（はらみ出し、傾斜等）、壁面材の損傷、壁面材の目地開き、排水層の砕石や盛土材のこぼれ出し等の有無を点検する。アダムウォール本体のほか、アダムウォールの安定性に関連のある基礎地盤や上面道路、排水施設、嵩上げ盛土、隣接構造物との境界等についても変状の有無を点検する。

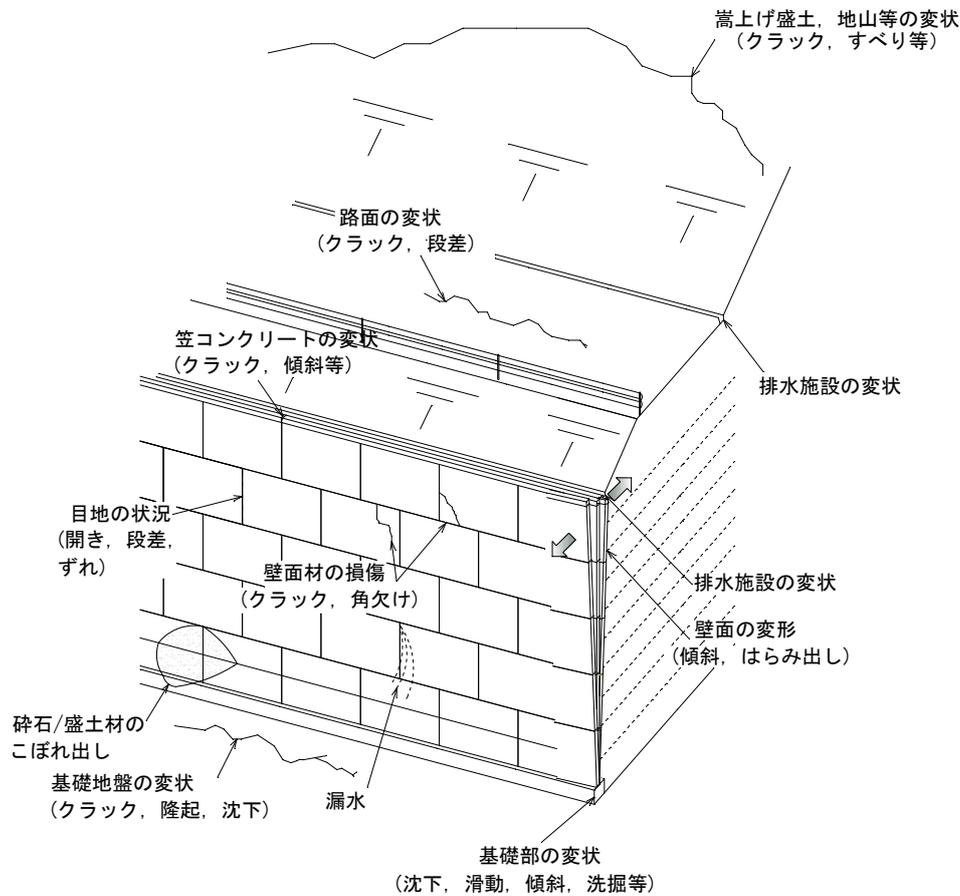


図-2.2 点検における主な着眼点

表-2.1 主な点検項目

点検箇所		着眼点
壁面	壁面の変形	はらみ出しや傾斜の有無とその程度
	目地の開き	壁面材の目地の開きの有無
	砕石のこぼれ出し	壁面排水層の砕石のこぼれ出しの有無
	盛土材のこぼれ出し	内壁の盛土材のこぼれ出しの有無
	水の漏出	壁面からの水の漏出の有無
	植生の繁茂	植生の繁茂の有無
壁面材	壁面材の損傷	角欠け・クラック，剥離，変色・錆汁の有無
盛土材	盛土材の土質	盛土材の土質分類，スレーキング性の有無
笠コンクリート	笠コンクリートの変形	笠コンクリートの傾斜，目地開きの有無
	笠コンクリートの損傷	笠コンクリートのクラック，変色・錆汁の有無など
嵩上げ盛土	嵩上げ盛土の変状	小崩壊，浸食，沈下，クラック，水の漏出の有無
排水施設	排水施設の機能	排水施設の詰まりの有無
	排水施設の損傷	排水施設の損傷，クラック，洗堀の有無
基礎地盤	基礎地盤の変状	基礎地盤の洗堀，沈下，隆起，すべりの有無
上面道路	路面の変状	路面のクラック，沈下，陥没，段差の有無
防護柵基礎	防護柵基礎の変状	傾斜・転倒，クラック，ずれの有無
隣接構造物境界	境界部の開き	隣接構造物との開きの有無
	砕石のこぼれ出し	壁面排水層の砕石のこぼれ出しの有無
	裏込め土のこぼれ出し	構造物の裏込め土のこぼれ出しの有無

アデムウォールの諸元									
施設(路線)					施工主				
整理番号					管理番号				
所在地					緯度・経度	N	E		
工種	標準タイプ	壁面&土工タイプ	斜壁タイプ	(勾配)	RC	鋼製	その他	壁面積	m ²
補強材種	ジオグリッド(アデム)				盛土材	砂質土			
最高壁高	m	延	長	m	勾配 1:				
上載盛土	m	~	m	基礎形式 布状基礎					
壁前面→路肩(水平距離)					m	基礎天端→路肩(鉛直距離)			
上部法面保護(含切土)					植生	法砂	アンカー	コンクリート吹付け	その他

チェック項目	変状の有無	概要	チェック項目	変状の有無	概要
壁面	脱落	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	防護 補基礎	傾斜・転倒	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	ぼこみ・折れ	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		クラック	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	傾斜	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		ずれ	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	目地の開き・ずれ	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	水の浸出	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	植生の繁茂	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		クラック	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	砕石のこぼれ出し	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		沈下・陥没	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	盛土材のこぼれ出し	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		段差	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
壁面材	変形・損傷	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	隣接構 造物境界	開き	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	角欠け・クラック	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		損傷	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	剥離	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		砕石のこぼれ出し	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	変色・錆汁(痕)	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		盛土材のこぼれ出し	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		変形(端部調整材)	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		
盛土材	盛土材の土質	<input type="checkbox"/> 適 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 未確認	補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	
その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	谷埋め・集水地形	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		
笠コンクリート	傾斜	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	立地条件	傾斜地形	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	クラック	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		寒冷地	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	目地開き・ずれ	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		海岸近傍	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	変色・錆汁(痕)	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		権台隣接	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		カルバート隣接	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		水辺	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
嵩上げ盛土	小崩壊	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	【その他の変状】	多段積み	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	浸食	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認		両面	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認
	沈下	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	クラック	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	水の漏出	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
排水施設	詰まり	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認	【所見】		
	損傷・クラック	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	洗掘	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	補修痕	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
基礎地盤	洗掘	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	沈下	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	すべり	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
	隆起	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認			
その他	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 未確認				

点検概要									
点検種別	<input type="checkbox"/> 日常	<input type="checkbox"/> 定期 (<input type="checkbox"/> 一次 <input type="checkbox"/> 二次 <input type="checkbox"/> 三次以降)	<input type="checkbox"/> 非常時	<input type="checkbox"/> 臨時	調査日時				
非常時	地震 (津波)	地震名 ()	震源 ()	震源からの距離 (km)	震度階級				
		マグニチュード	震央からの距離 (km)	震度階級					
		最大時間降雨量 (mm)	最大日降雨量 (mm)	総降雨量 (mm)					
		その他							
【写真・写真・スケッチ等】									
【健全性】									
判定区分		判定の内容						判定	
I	健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要な場合(道路の機能に支障が生じていない状態)							
II	経過観察段階	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合(道路の機能に支障が生じていないが、別途、照査の調査の実施や徹底的な観察などの措置が望ましい状態)							
III	早期措置段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると予想されることから構造物の損傷が予想されるため、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい場合(道路の機能に支障は生じていないが、次回点検までに支障が生じる可能性があり、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい状態)							
IV	緊急措置段階	変状が著しく、大規模な損傷に繋がると判断され、緊急的な措置が必要な場合(道路の機能に支障が生じている、または生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態)							
【対応方法】									

図-2.3 点検台帳の例

アダムウォールの壁面に顕著なはらみ出しや傾斜が確認された場合には、壁面の変位量を計測しておく。壁面変位の簡易的な計測方法を写真-2.1に示すように、壁面が前方へ傾斜している場合は下げ振りを用い、壁面がはらみ出すような変形をしている場合はレーザー距離計を用いる方法がある。壁面排水層の碎石のこぼれ出しに至るような壁面の目地開きが確認された場合には、写真-2.2に示すように、目地開き量を記録しておく。また、アダムウォールをはじめとする補強土壁は、補強領域内への水の浸入によって変状が発生することが多く、壁面のはらみ出しや目地開きに加えて、写真-2.3に示すような水の浸出がある場合には、湧水等による水の浸入が懸念されるため、地質調査資料等で地下水の存在やその水位を確認する必要がある。



(a) 下げ振りによる方法



(b) レーザー距離計による方法

写真-2.1 壁面変位の簡易的な計測の例



写真-2.2 目地開き量の計測の例



写真-2.3 壁面からの水の浸出の例

アダムウォールの点検では、アダムウォール本体のほか嵩上げ盛土、排水施設、基礎地盤、上面道路、天端に設置される防護柵基礎の変状の有無を確認する。例えば、**図-2.4** に示すように、集水地形上に嵩上げ盛土を/uploadしたアダムウォールが構築されている場合、レベルバンク部では排水構造が不十分なため水がたまりやすくなる。このような箇所では、**写真-2.4** に示すように、嵩上げ盛土の内部に水みちが形成されてのり面から漏水していることがある。また、降雨中または降雨後に点検をすると、レベルバンク部に流入する表流水の流れを確認できる場合があるため、見落としのないように点検する必要がある。

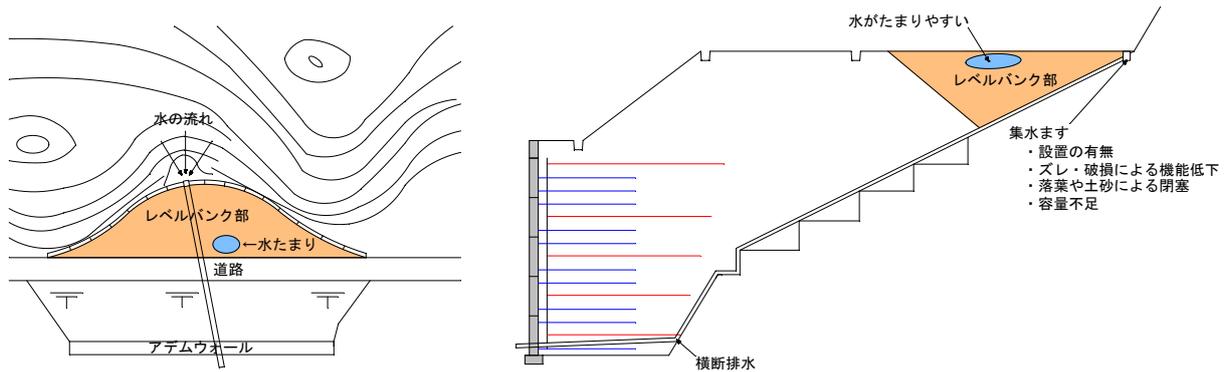


図-2.4 集水地形上に構築されたアダムウォールの例



(a) レベルバンク部

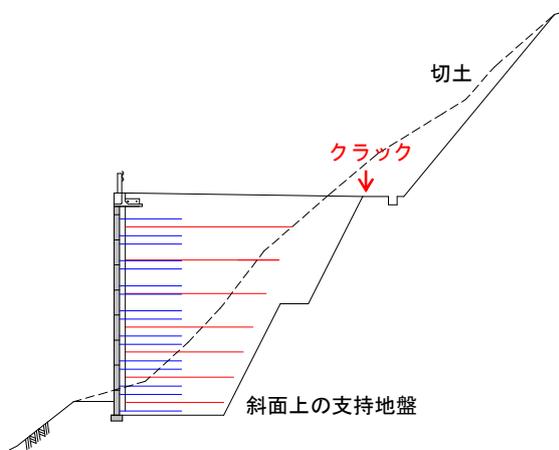


(b) 嵩上げ盛土の小段からの漏水

写真-2.4 レベルバンクのある嵩上げ盛土の小段からの漏水の例

斜面上の切盛り箇所にてアダムウォールが構築された箇所では、**図-2.5**に示すように、上面道路の切盛り境にあたる路面にクラックが発生している場合がある。このような箇所ではクラックの大きさや長さを把握するとともに、定期的に点検をしてクラックの進展の有無を確認する。また、道路交通に支障をきたすような段差が生じている場合には、速やかに道路管理者へ報告して対応を検討する。

コンクリート構造物等の隣接構造物との境界では、**写真-2.5**に示すように、構造物とアダムウォールの壁面との間に隙間が生じて壁面排水層の砕石のこぼれ出しが生じている場合がある。砕石のこぼれ出しには至っていない程度の開きは軽微な補修が必要となる。一方、砕石が多量にこぼれ出している場合は、その原因を詳細に調査するとともに内壁の健全性を確認して、補修方法を検討する必要がある。



(a) 切盛り箇所におけるアダムウォールの例



(b) 切盛り境に発生したクラックの例

図-2.5 斜面上の切盛り箇所に構築されたアダムウォールの例



(a) 隣接構造物境界の開き



(b) 壁面排水層の砕石のこぼれ出し

写真-2.5 隣接構造物境界の開きと排水層の砕石のこぼれ出しの例

アダムウォールの崩壊が報告された場合は、安全を確保したうえで現地踏査により崩壊の状況を確認する。写真-2.6は、アダムウォールの背後にある切土斜面の表層崩壊の影響と、補強領域内へ多量の表流水が流入したことによってアダムウォールが崩壊した事例である。このような崩壊が発生した箇所の検討にあたっては、より詳細調査によって崩壊の原因となった素因や誘因を明らかにするとともに、未崩壊箇所でも盛土材の緩みが生じている可能性があるため、適切にアダムウォールを撤去・再構築する範囲を決定する必要がある。また、再構築の検討にあたっては、崩壊の原因となった素因や誘因を取り除くことが求められるため、点検においては水の流入源等を入念に確認することに留意する。



(a) 切土斜面の崩壊と表流水の流入状況



(b) アダムウォールの崩壊状況

写真-2.6 切土斜面の崩壊と表流水の流入によるアダムウォールの崩壊事例

3. アダムウォールの診断

3.1 健全性の診断

アダムウォールの健全性の診断は、以下の判定区分による行う。

表-3.1 判定区分²⁾

判定区分	判定の内容
I 健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要ない場合（道路の機能に支障が生じていない状態）
II 経過観察段階	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合（道路の機能に支障が生じていないが、別途、詳細な調査の実施や定期的な観察などの措置が望ましい状態）
III 早期措置段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると想定されることから構造物の崩壊が予想されるため、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい場合（道路の機能に支障は生じていないが、次回点検までに支障が生じる可能性があり、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい状態）
IV 緊急措置段階	変状が著しく、大規模な崩壊に繋がるおそれがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合（道路の機能に支障が生じている、または生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態）

アダムウォールの健全性の診断は、**図-2.3**に示した点検台帳の例を参考に、アダムウォールを含む道路土工構造物全体を調査して判定する。健全性の診断にあたっては、アダムウォールの安定性、変状の進行性、道路機能への影響を考慮する必要がある。このため、点検時に壁面や道路面の変状の程度を計測しておくとともに、ある一定の期間にわたって計測を継続して、変状の進行の有無を確認することが望ましい。また、「アダムウォール（補強土壁）工法設計・施工マニュアル」による「補強土カルテ」では、アダムウォールの完成時の初期状態が記録されており、変状の程度に応じて簡易的にアダムウォールの健全性を評価できる³⁾。健全性を診断する際の参考として、**表-3.1**に示した健全性の区分と補強土カルテによる評価との関連を**表-3.2**に示す。当面は同表に基づいてアダムウォールの健全性を評価することとするが、今後、アダムウォールに対する点検データを蓄積し、実際の変状の程度と健全性の評価結果に齟齬がある場合は、適宜見直していく必要がある。

表-3.2 健全性の判定区分と補強土カルテによる評価との関係

判定区分	補強土カルテによる評価	内容	
I 健全	安全	I	変形・損傷なし
		II	軽微な変状が発生したが、安定性に大きく影響しない
II 経過観察段階	注意	III	軽微な変状が発生したが、排水施設が機能していない
		IV	部分的に変形・損傷したが、安定性に大きく影響しない
III 早期措置段階	危険	V	比較的大きな変形・損傷をしたが、土工構造物としての機能は当面維持できる
IV 緊急措置段階	危険	VI	完全に崩壊または大きく変形し、土工構造物としての機能を有していない

3.2 変状原因の特定

アダムウォールに変状が生じた場合は、その原因となった素因や誘因を特定し、措置の段階でそれらを取り除くために必要な調査を実施する。

アダムウォールやその周辺地盤に変状や崩壊が発生した場合は、それらの原因となった素因や誘因を取り除くことが求められる。表-3.1 による健全性の区分で、「Ⅲ早期措置段階」や「Ⅳ緊急措置段階」と評価された場合は、変状の原因を取り除く観点で、詳細な調査を行って変状の原因となった素因や誘因を特定する必要がある。また、これまでの変状事例は、補強領域への水の浸入によるものが多いが、補強領域内の盛土材の性状が不明であることが課題であるため、詳細な地盤調査を行うことが望ましい。変状の原因の特定や盛土材の性状を確認するために考えられる調査を以下に示す。

1) 資料調査

アダムウォールを構築する前に作成された地質調査資料等により、支持地盤や地山の地質、地下水の有無、盛土材の物理特性や強度特性などを確認し、アダムウォールに発生した変状との関連を検討する。また、点検時には、目視で確認できる表流水の流れや排水施設の機能の状態を確認し、図-2.3 に示した点検台帳に記録しておくことが重要である。

2) サウンディング調査

標準貫入試験により、 N 値から盛土材の硬軟や締まり具合を調査する。また、土質試験用のサンプルを採取し、三軸圧縮試験等によって土の強度定数 c 、 ϕ を確認することも考えられる。さらに、ボーリング孔を利用して、地下水位の有無を調査し、地下水が存在する場合はその変動を調査することが可能である。標準貫入試験を行うことが難しい場合は、例えば簡易動的コーン貫入試験による方法も考えられ、現場条件に応じたサウンディング調査を検討する必要がある。

3) 物理探査

盛土材の性状を確認する方法として、地盤を破壊することなく地盤内の物理量を把握できる物理探査により、盛土材の性状を確認する物理探査の適用が考えられる。例えば、2次元表面波探査では、地表面を起震源とするレイリー波により地盤内のせん断波速度の分布を推定することにより、緩み領域を把握することができる。地震の影響を受けたアダムウォールに対して2次元表面波探査を適用した例を図-3.1 に示す。この事例では、補強域内の盛土材の緩みは生じていないことが確認されている⁴⁾。

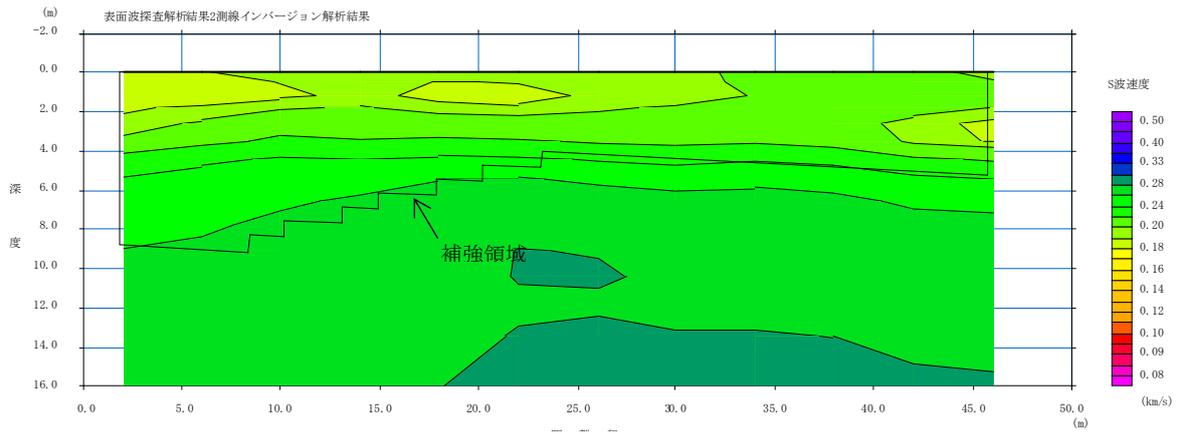


図-3.1 2次元表面波探査の例⁴⁾

4. アダムウォールの措置

4.1 経過観察による措置

アダムウォールに変状が発生した場合は、その進行の程度を定期的に観察し、補強土壁としての機能に与える影響を確認する。

アダムウォールに壁面のはらみ出しや目地の開き等の軽微な変状が生じた場合は、その初期段階から壁面変位等に対する動態観測を定期的実施し、その進行の程度を把握することが重要である。変状が収束すれば補強土壁としての機能は低下していないと考えられるが、変状が進行し続けると補強領域内のせん断応力が増加し、土のせん断強度を上回る状態になると崩壊の危険がある。また、点検段階でアダムウォールの安定性や道路に与える影響がなかったとしても、変状の進行度合いによっては、次回の点検までの間に崩壊に至る可能性もある。このため、定期的に変状の進行の程度を確認するとともに、変状の原因を究明して今後の変状の進行の可能性を予測するうえで必要な調査を実施し、変状の程度に応じて必要な措置を判断していく必要がある。アダムウォールをはじめとする補強土壁の変状は壁面に表れやすいため、写真-4.1 に示すように、壁面変位や目地の開きに対する動態観測を定期的実施する。なお、経過観察の期間と頻度については、変状の程度と進行との程度に応じて道路管理者らとの協議により決定する。



(a) 下げ振りによる計測



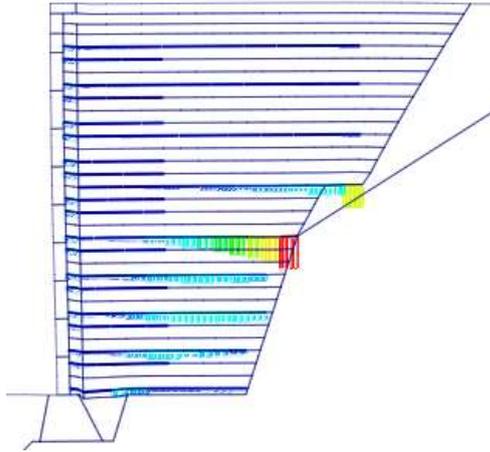
(b) レーザー距離計による計測



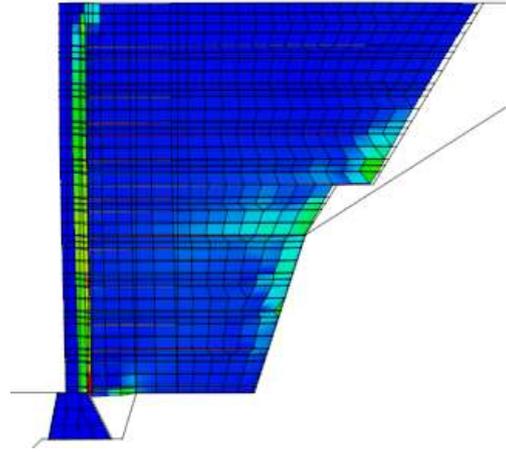
(c) 目地開きの計測

写真-4.1 経過観察の例

また、変状が生じたアダムウォールの安定性を推定するために、盛土材に対する土質試験や地盤調査の結果に基づいて FEM 解析を行い、補強領域内の盛土材の応力状態やアダムに作用している引張力などを推定する方法がある。実際に変状が生じたアダムウォールについて壁面変位を再現し、補強領域内のアダムに生じている引張力や、補強領域のせん断ひずみ分布を推定した例を図-4.1 に示す。



(a) アダムに作用する引張力



(b) 補強領域のせん断ひずみ分布

図-4.1 FEM 解析による補強領域内の状態の推定の例

4.2 補修による措置

アダムウォールに変状や損傷が発生し、補強土壁としての機能の低下が認められる場合は、変状の程度に応じた適切な措置を行う。

アダムウォールに変状や損傷が発生し、盛土材のこぼれ出しや崩壊に至るような補強土壁としての機能の低下が認められる場合は、変状の程度に応じた適切な措置を行う。アダムウォールをはじめとする補強土壁の変状は、壁面のはらみ出しや前倒れ等の壁面の变形に伴って現れることが多いため、壁面変位と変位の進行に着目した措置フローの概念を図-4.2に示す。壁面の水平変位 δ が壁高の3%以内のときは、補強領域内の健全性は維持されていると考えられるため、変位の進行の程度に応じて壁面に対する軽微な補修を実施する。一方、壁面に壁高の3%を超える水平変位が生じたときは、補強領域への過度な水の浸入や盛土材の強度低下が懸念されるため、変状を生じさせた素因を取り除く措置を実施する。また、壁面変位の進行が顕著な場合は、アダムウォールの崩壊の懸念があるため、抑制工や抑止工の実施、撤去・再構築を検討する。

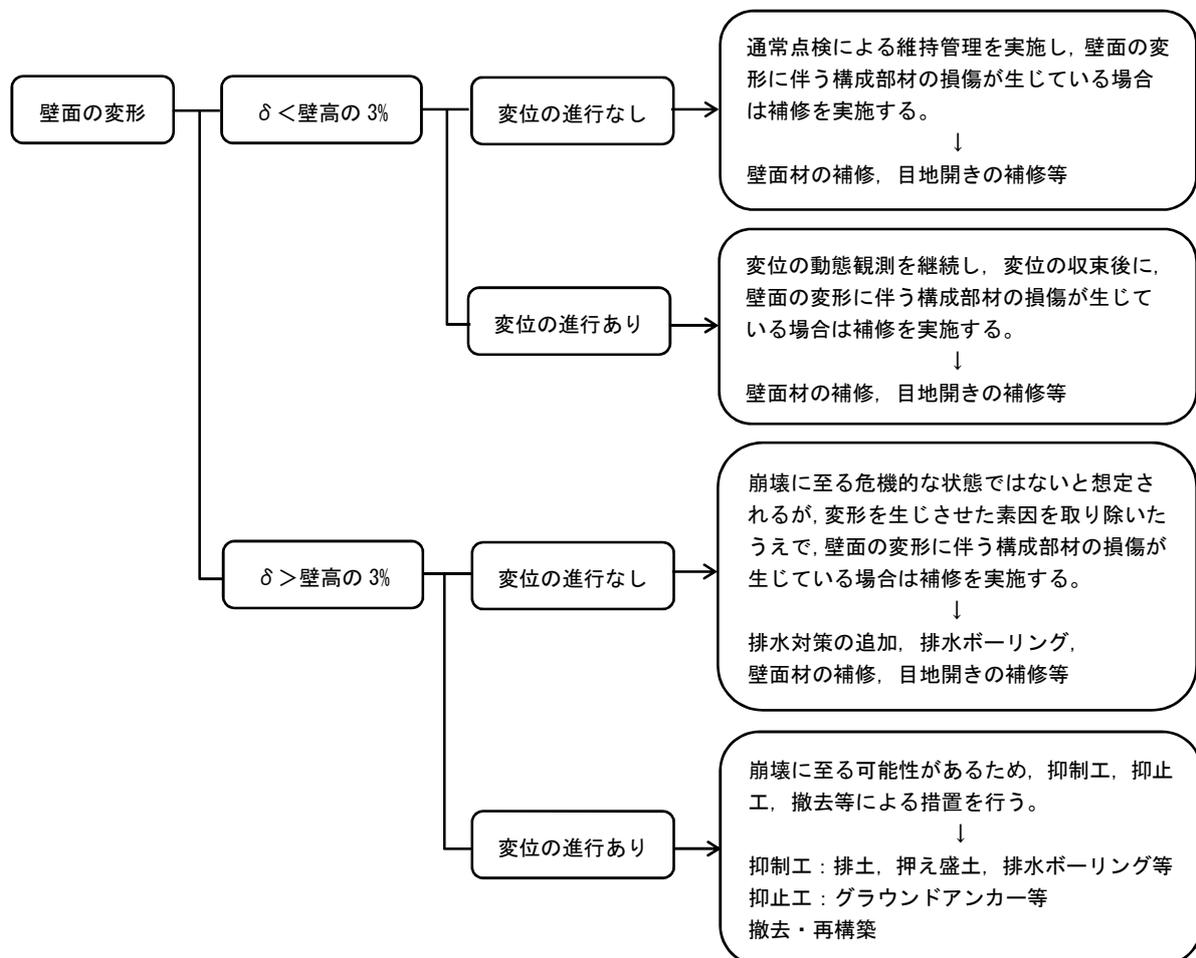


図-4.2 壁面変位と変位の進行に着目した措置フロー

アダムウォールの壁面の変形に伴って生じた壁面の損傷に対する措置の事例を以下に示す。

1) 壁面材の軽微な損傷に対する措置

壁面材の角欠けやクラック等の軽微な損傷が生じた場合は、コンクリート片が剥離して飛散しないように、**写真-4.2**に示すように、損傷部をはつり、断面補修材を用いて壁面を整形する方法で補修する。



(a) 損傷部のはつり

(b) 断面補修材の充填

(c) 完了

写真-4.2 壁面材の角欠けの補修の例

2) 壁面の目地開きに対する措置

アダムウォールの壁面に、壁面排水層の碎石のこぼれ出しが生じる程度の目地開きが生じた場合は、**写真-4.3**に示すように、目地にバックアップ材を設置し、コーキング材を充填する方法で補修する。



(a) バックアップ材の設置

(b) コーキング材の充填

(c) 完了

写真-4.3 壁面材の目地開きの補修の例

3) 隣接構造物との開きに対する措置

アダムウォールの壁面が変形して、端部調整金具が設置されていない隣接構造物との境界で開きが生じ、壁面排水層の碎石のこぼれ出しが生じた事例がある。この事例では、**写真-4.4**に示すように、隣接構造物との境界をバックアップ材とコーキング材を充填して隙間をふさいで端部調整金具を設置し、あらかじめ壁面材に開けた碎石投入孔から碎石を充填する方法で補修が行われた。

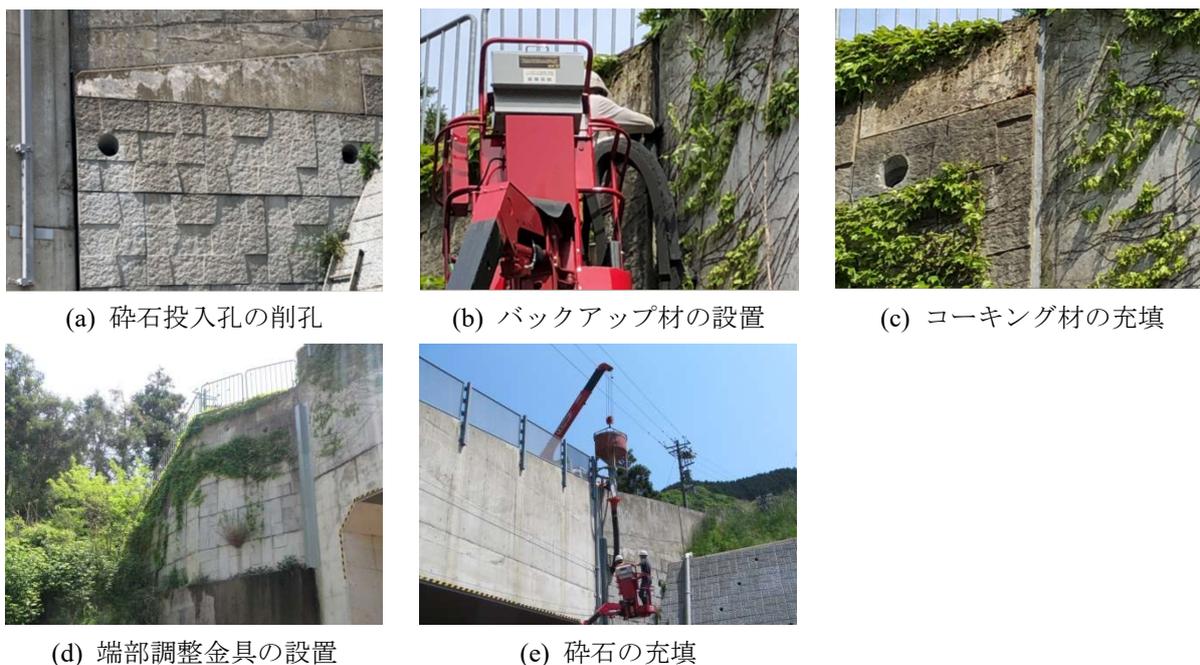


写真-4.4 隣接構造物との開きの補修の例

4) 排水ボーリング工による措置

アダムウォールの計画・調査・設計・施工時には確認できなかった湧水等の影響によって、補強領域内に地下水位が形成され、壁面の変形や目地からの漏水が顕著な場合は、有効応力の減少による盛土材のせん断強度の低下やアデムの引抜き抵抗力の低下が懸念される。この場合は、写真-4.5に示すように、壁面から排水ボーリングを打設する対策が考えられる。排水ボーリングの実施にあたっては、地下水の発生源や地下水位等について詳細な調査を実施し、打設長さや打設間隔を決定する必要がある。



写真-4.5 排水ボーリングの例

5) 排土工と法枠工による措置

アダムウォールの補強土壁としての性能が維持できない場合は、地すべり対策工や撤去・再構築による措置の実施が考えられる。長期にわたる補強領域への水の浸入による盛土材の緩みにより、補強土壁としての機能が損なわれたアダムウォールでは、写真-4.6に示すように、かさ上げ盛土と補強領域を一部掘削する排土工により勾配1:1.0ののり面を形成し、法枠工によつてのり

面を安定させる措置が行われた。



写真-4.6 排土工と法枠工による措置の例

6) 壁面の再構築による措置

アダムウォールは、外壁と内壁で構成される二重壁構造であるため、外壁のずれや損傷が生じた場合は、補強領域が健全な状態であることを確認したうえで、補強領域に影響を与えることなく外壁の補修ができることを特徴としている。変状の程度に応じた壁面の再構築の考え方を図-4.3に示す。例えば、壁面への車両等の衝突により壁面に局所的な損傷が生じた場合は、その壁面を部分的に補修し、碎石のこぼれ出しや壁面材のずれ等の損傷が広範囲にわたって生じた場合は、現場条件に応じた措置を検討する。具体的には、外壁の変形に伴って内壁にも変形が生じるため、壁面の位置を変えて再構築できるときは、壁面材を撤去・再設置の措置を検討し、変形前の位置に壁面材を再設置することが困難なときは、現場打ちコンクリートによる壁面の再構築による措置を検討する。壁面の再構築による措置の事例を以下に示す。

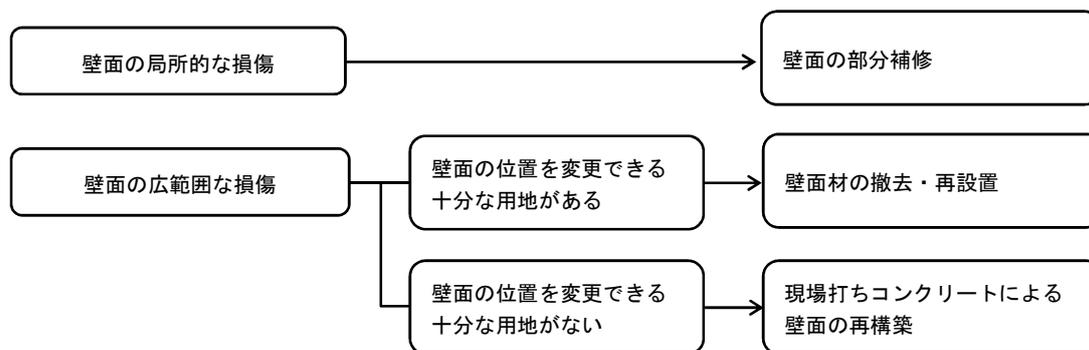


図-4.3 壁面の再構築による措置の考え方

① 壁面の部分補修

壁面の部分補修は、**写真-4.7**に示すように、壁面材を削孔して発泡ウレタンを注入し、壁面排水層の砕石を固化させた後に、グリッドベルが接続されている壁面材の突起部は残置した状態で壁面材を撤去する。その後、鉄筋を配置して現場打ちコンクリートを打設し、壁面を再構築する。



(a) 発砲ウレタンの注入



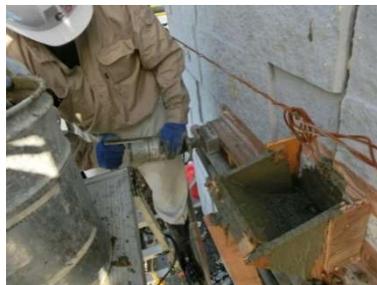
(b) 壁面材の撤去



(c) 鉄筋の配筋



(d) 型枠設置



(e) コンクリート打設



(f) 完了

写真-4.7 壁面の部分補修

② 壁面材の撤去・再設置

壁面に広範囲にわたる損傷が生じ、壁面の位置を変更できる十分な用地がある場合は、壁面材を撤去して所定の位置に再設置することによる補修が可能である。2008年岩手・宮城内陸地震の震央距離4.5kmの地点に位置していたアダムウォールでは、地震の影響により橋台との境界で約17cmの開きが生じ、壁面排水層の砕石のこぼれ出しと複数の壁面材の損傷が生じたため、壁面材の撤去・再構築による補修が行われた。壁面の補修状況を**写真-4.8**に示すように、グリッドベルトを切断して損傷した壁面材を撤去し、新しい壁面材を設置して盛土内に残るグリッドベルトと連結し、壁面材の背面に砕石を充填する手順で行われた。



(a) 碎石のこぼれ出し



(b) グリッドベルトの切断



(c) 壁面材の撤去・再設置



(d) グリッドベルトの連結



(e) 碎石の充填



(f) 完了

写真-4.8 壁面の部分補修

2016年熊本地震の震央距離12kmの地点に位置していたアダムウォールでは、地震の影響により最上段の壁面材が前方へのずれと、笠コンクリートにひび割れが生じる損傷が生じたため、写真-4.9に示すように、最上段の壁面材を撤去・再構築する補修が行われた。



(a) 壁面材のずれ



(b) 笠コンクリートの撤去



(c) 壁面材の撤去



(d) 壁面材の再設置



(e) グリッドベルトの連結



(f) 完了

写真-4.9 壁面材のずれの補修

③ 現場打ちコンクリートによる壁面の再構築

壁面に広範囲にわたる損傷が生じたが、壁面の位置を変更できる十分な用地がない場合は、写真-4.10 に示すように、変形前の位置に現場打ちコンクリートによる壁面を再構築する。この場合、補強領域内には鉄筋挿入工を打設して現場打ちコンクリート用の配筋と接続し、壁面と補強領域の一体化を図る。また、現場打ちコンクリートによる壁面の背面に水の浸入による水圧が作用しないよう、透水マットによる排水層と水抜き孔を設けておく。



(a) アンカーボルトの打設



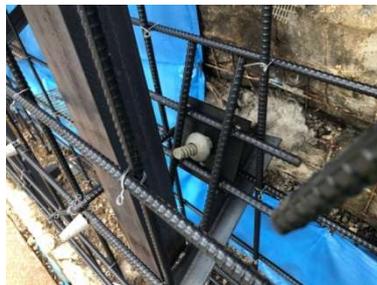
(b) アンカーボルトの打設状況



(c) 透水マットの設置



(d) 配筋



(e) アンカーボルトとの接続



(f) 完了

写真-4.10 現場打ちコンクリートによる壁面の再構築の例

参考文献

- 1) 国立研究開発法人土木研究所：補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究，共同研究報告書 第 486 号，2016.
- 2) 国土交通省：道路土工構造物点検要領，2018.
- 3) 一般財団法人 土木研究センター：アダムウォール（補強土壁）工法設計・施工マニュアル，2014.
- 4) 王宗建，竜田尚希，服部浩崇，辻慎一郎，太田秀樹：岩手・宮城内陸地震における二重構造を有する補強土壁の被害と補修工事，基礎工，Vol.39，No.4，pp.80-82，2011.