

# 下鴨大津線災害防除事業について

小坂 喜亮<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大津土木事務所 道路計画課 維持補修担当

主要地方道下鴨大津線は、滋賀県大津市から京都府京都市に至る主要幹線道路であり、古くから経済文化の面で大津市と京都市を結ぶ重要な路線である。

当該路線はH8防災総点検で要対策とされた箇所が数多く存在し、異常気象時通行規制区間ともなっている。

本対策事業により、災害時に山中地区及び比叡平地区の孤立化を解消することが期待できる。対策工法はNETISにも登録されている高エネルギー吸収柵を設置する。

キーワード H8防災総点検, NETIS, 高エネルギー吸収柵

## 1. はじめに

主要地方道下鴨大津線は京都市左京区を起点、滋賀県大津市を終点とする延長約10kmの路線であり、滋賀県と京都を結ぶ道路の1つとして通勤、通学、或いは比叡山延暦寺への観光といった様々な方に利用されている。

一方、当該路線の大部分は比叡山系の山間部を通過していることから、度々降雨による土砂崩れや倒木が発生し、異常気象時には雨量超過による事前通行規制（府県境L=8.5km）も行われている。また、滋賀県側の山中地区及び比叡平地区には約3千人が住む住宅地が位置し、地域住民より災害時、本線以外に迂回路がないことから道路寸断による孤立化が危惧されている。

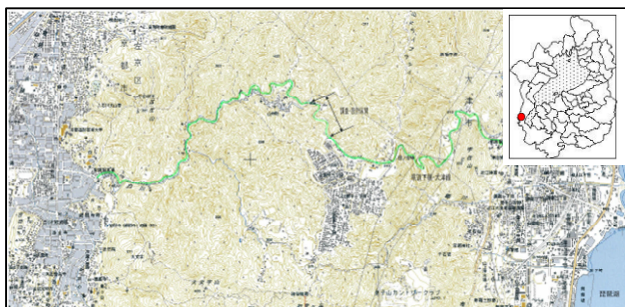


図-1 下鴨大津線位置図

## 2. H8防災総点検

平成8年に滋賀県下で一斉に行われた防災総点検によると、下鴨大津線では21箇所の要対策箇所が挙げられている。その後順次対策工事が行われ、以下に記す山中町の5か所の対策を行えば、山中地区及び比叡平地区から滋賀県側の通行については一定の安全は確保でき、災害時の孤立化を解消することが期待できる。

表-1 防災カルテ

※注	施設管理番号	点検項目	距離標	延長(m)	所見	状況	被災履歴	点検結果	
法面1	A030A010	落石・倒木	1,626	1,746	120	1段目に田舎型護岸箇所が見られる。また、崩落側に強風化花崗岩が露出する。のり面全体は比較的安定する。上部の自然斜面は、僅かに巨石が見られる程度であるが、倒木が多い。	肌落ち・小落石・根曲がり倒木	無し (H2年以降)	58点 要対策
法面2	A030A011	落石・倒木	1,817	1,925	108	切土のり面に表層崩壊が発生し法面に露出したマサ土が多く堆積する。また、その前面の擁壁には土圧の影響と考えられるクラックが発生する。	肌落ち・小落石・対策工要状	無し (H2年以降)	48点 要対策
法面3	A030A012	落石・倒木	1,925	2,100	175	切土のり面は全体に植生不良が顕著で表層のすり落ちが多く見られる。崩落側では、流れ懸をなす崩壊による不安定ブロックが形成され、のり面整射が必要である。	肌落ち・小落石・根曲がり倒木	無し (H2年以降)	59点 要対策
法面4	A030A013	落石・倒木	2,170	2,383	213	切土のり面では植生工が完全に不良で表層のすり落ちが顕著である。法面部にマサ土が多く堆積し、その前面の擁壁には土圧による影響と考えられるクラックが発生する。	肌落ち・小落石・根曲がり倒木・対策工要状	無し (H2年以降)	55点 要対策
法面5	A030A014	落石・倒木	2,415	2,507	92	切土のり面は全体に植生不良で表面のすり落ち及び表層崩壊が見られる。	肌落ち・小落石	無し (H2年以降)	59点 要対策

### 3. 事業の概要

本事業の概要は表のとおりであり、平成20年度より着手している。ここでは、先に述べた山中町における5か所の要対策箇所について対策を行うことを目的とする。

表-2 下鴨大津線災害防除事業の概要

事業認可区間	大津市山中町～南滋賀1丁目 L=700m
全体事業費	C=800百万円
道路規格	3種3級 (V=50km/h) W=6.0m 現況交通量5,554台 (H17セナス)

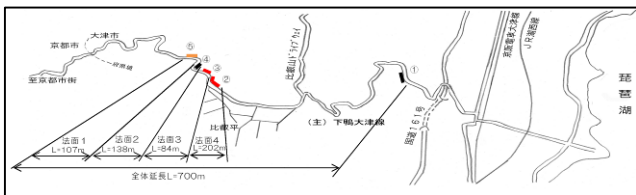


図-2 事業計画位置図

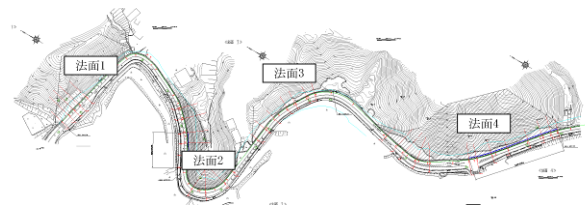


図-3 調査箇所図

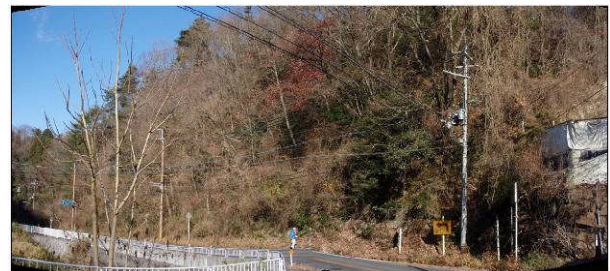


写真-1 法面1現況

### 4. 現地調査

#### (1) 地質概要

当該地は既往地質平面図によると、中生代白亜紀に生成された黒雲母花崗岩の「鈴鹿花崗岩」が分布する地域に属する。

#### (2) 現地踏査

現地踏査結果より地質の概況は次のとおりである。

- ・地表部は腐植物の表土で覆われている
- ・地形遷移斜面部～谷地形部に崖錐堆積物層が分布する
- ・花崗岩の風化が顕著な真砂状岩盤が露頭している

各箇所の概況は次のとおりである。

##### i) 法面1

切土法面山頂部には強風化花崗岩が露出している。

##### ii) 法面2

ブルーシート部は表層崩壊が発生している。シート内は塊状風化岩が露出している。風化岩は容易に剥がれる。

##### iii) 法面3

斜面高5mで全面に強風化岩が露出している。

##### iv) 法面4

一部土留コンクリート擁壁が設置されているものの、斜面上には強風化花崗岩が露頭している。



写真-2 法面2現況



写真-3 法面3現況



写真-4 法面4現況

(3) 土質調査

本業務では5箇所機械ボーリング及び標準貫入試験、8か所で簡易貫入試験を実施した。

地表から0.4m~2.6mの層厚で風化が進行し斜面上に崩積した真砂土の崖錐堆積物(dt) (平均N値4.6) 、0.7m~1.9mの層厚で強風化帯花崗岩(Rsw1) (平均N値16.2) 、1.1m~2.0mの層厚で強風化花崗岩(Rsw2) (平均N値54.7) で地質断面が構成されている。地下水位は確認されなかった。

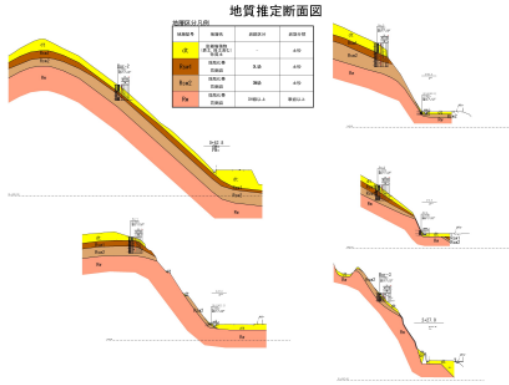


図-4 地質断面図

5. 対策工法の検討

(1) 現況法面の評価

法面の安定度を土質調査データ結果に基づき計算を行うと、法面1-2、法面4-1の安全率は1.2未満となり安定に対する対策(抑止)が必要となる。

表-3 安定計算結果

測点	法面1-1	法面1-2	法面2	法面3	法面4-1	法面4-2
Bor番号	Bor-1	Bor-2	Bor-3	Bor-4	Bor-5	DC7、DC8
現況安全率	1.000					
内部摩擦角(°)	20.00					
粘着力(逆算値)(kN/m <sup>2</sup> )	6.5					
粘着力6.5の安定解析結果	1.698	1.087	2.089	1.406	0.992 (1.239)	1.495

( )の値は上部の不安定土塊を切土(1:1.5)した後の安全率である。

(2) 対策工法の選定

対策工法の選定に当っては、現況法面の安定度によって区分する。

i) 安定斜面 法面1-1,2,3,4-2

- 1案：抑制工(法枠工)による風化浸食防止
- 2案：安定勾配で切土する恒久対策案
- 3案：柵による待受工(表層崩壊土砂及び落石防護を考慮したエネルギー吸収柵)

ii) 不安定斜面 法面1-2,4-1

- 1案：抑制工(法枠工)による風化浸食防止
- 2案：安定勾配で切土する恒久対策案
- 3案：柵による待受工(土砂新法対応のエネルギー吸収柵)

選定された対策工法案を比較し、「安全性」「施工性」「景観性」「経済性」について考察し工法の選定を行った。

「経済性」については工事費のみ比較すると、2案が最も経済的ではあるが、琵琶湖国定公園や比叡山風致地区に指定されている地域であり、周辺環境に与える影響が大きく適切な工法ではない。

1案の法枠工については工事費のみの比較では3案の防護柵と同等ではあるが、対策法面の用地買収費を加味すると、案3の待ち受け防護柵が最も経済的なものとなる。また、用地の取得にあたっては対象地域の公図が混乱し、地権者の同意に非常に時間を要する可能性がある。

「安全性」については、先に述べたとおり調査地の地形の大部分は表層の崩壊であり、待受工でも適正な維持管理を行うことが可能と判断し、総合的に案3の待受工の対策工法を採用した。

表-4 対策工法比較検討表

案	表-4 対策工法比較検討表		
	第1案 抑制工(法枠工)による風化浸食防止	第2案 恒久対策案	第3案 エネルギー吸収柵
工 程 概 要	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。
取 扱 性	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。
取 扱 性	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	現況法面は崩壊に陥っているが、地質的に崩壊に陥っていない。抑制工による風化浸食防止を行うことで、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。
経 済 性	抑制工(法枠工)による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	恒久対策案による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。恒久対策案による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。恒久対策案による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	エネルギー吸収柵による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。エネルギー吸収柵による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。エネルギー吸収柵による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。
結 論	抑制工(法枠工)による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。抑制工による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	恒久対策案による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。恒久対策案による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。恒久対策案による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。	エネルギー吸収柵による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。エネルギー吸収柵による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。エネルギー吸収柵による風化浸食防止は、崩壊に陥らないように維持管理を行う。

(3) 防護柵の選定

土砂対策用の防護柵を取り扱っているメーカーが限られていることからそれらより最適な製品を選定する。

「構造的」についてはどの製品も衝撃力や堆積荷重を防護網により吸収し支柱に伝達して防護するモデルである。

「維持管理性」については「スロップガードフェンス」がネットを取り外して崩土を除去できる構造であることから「ループフェンス」「ハイパワーフェンス」に比べ優れている。「経済性」についても「スロップガードフェンス」が他の製品より経済性となることから本製品の採用を決定した。

表-5 防護柵選定比較表

種類	第1案 ストッパー・ワイヤー	第2案 W-ポスト	第3案 W-ポスト・ワイヤー
概要			
設置工事費	3,170,000 円/10m	3,490,000 円/10m	3,390,000 円/10m
維持費	全長約100mの防護柵に設置する必要がある。設置後、定期的なメンテナンスが必要。特にワイヤー部分の劣化や弛緩のチェックが必要。また、ワイヤーの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、ワイヤーの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、ワイヤーの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。	全長約100mの防護柵に設置する必要がある。設置後、定期的なメンテナンスが必要。特にW-ポスト部分の劣化や弛緩のチェックが必要。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。	全長約100mの防護柵に設置する必要がある。設置後、定期的なメンテナンスが必要。特にW-ポスト部分の劣化や弛緩のチェックが必要。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。
特徴	全長約100mの防護柵に設置する必要がある。設置後、定期的なメンテナンスが必要。特にワイヤー部分の劣化や弛緩のチェックが必要。また、ワイヤーの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、ワイヤーの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。	全長約100mの防護柵に設置する必要がある。設置後、定期的なメンテナンスが必要。特にW-ポスト部分の劣化や弛緩のチェックが必要。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。	全長約100mの防護柵に設置する必要がある。設置後、定期的なメンテナンスが必要。特にW-ポスト部分の劣化や弛緩のチェックが必要。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。また、W-ポストの交換や張替は、作業員が慎重に行う必要がある。

(4) 防護柵の設計

防護柵の設計は下記のフローに従って実施する。

柵高は落石の跳躍高さ2.0mを補足する有効高さとし余裕高0.8mを見込む。

法面1-2及び法面4-1については崩落土砂による衝撃力を考慮する必要があり、土質柱状図によるdt層の厚さ1.5mを計算の因子とした。

支柱は構造特性が地すべり抑止杭と類似していることから、安定状態を半無限長の杭として成立する長さとした。但し、製品の特性上最低根入長は3.0mとしている。

以上の検討結果に基づき各箇所の規格寸法は表のとおり決定した。

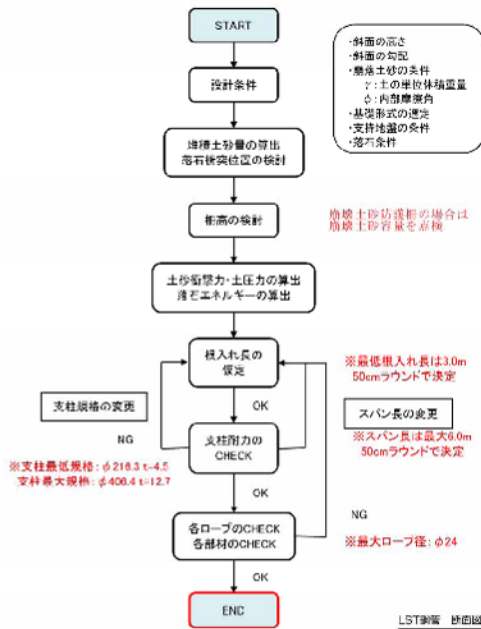


図-5 設計フロー

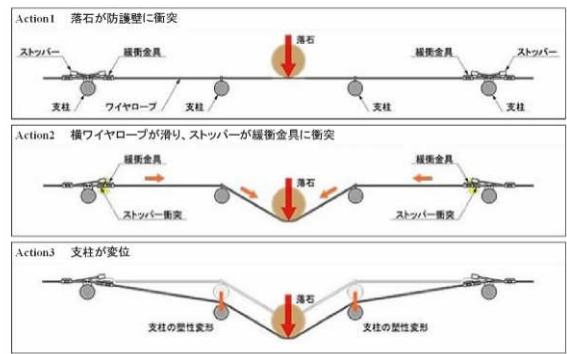
表-6 設計規格・寸法

法面	口径・管厚 (mm)	自立高+根入=柱長 (m)	備考
法面 1-1	φ216.3 t=4.5	4.80+3.00= 7.80m	
法面 1-2	φ406.4 t=12.7	5.80+6.00=11.80m	土砂新法対応
法面 2	φ216.3 t=4.5	6.80+3.00= 9.80m	
法面 3	φ216.3 t=4.5	6.80+3.00= 9.80m	
法面 4-1	φ406.4 t=12.7	5.80+4.00= 9.80m	土砂新法対応
法面 4-2	φ216.3 t=4.5	5.30+3.00= 8.30m	

6. スロープガードフェンス工法

(1) 概要

スロープガードフェンスは崩壊土砂を受け止め土砂災害を未然に防止する工法であり、従来多く用いられていた擁壁工に比べ工期短縮、施工範囲の縮小を図ることができる。



衝突機構

図-6 衝突時のメカニズム

(2) 特徴

スロープガードフェンスは次の長所がある。

i) 施工の容易性

軽量かつユニット化した部材を使用するため工期短縮を図ることができる。

部材の軽量化

- 中空構造の「蓮根構造」(LST)による軽量化
- 10mの支柱で約1.0t~1.5t(充填鋼管柱の約60~70%)

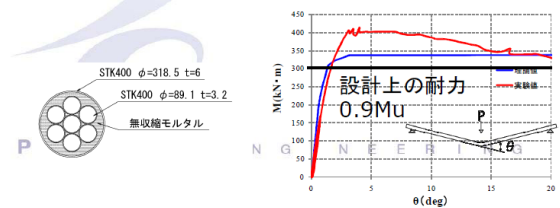


図-7 支柱の構造断面

## 衝撃実験の状況

### 部材のユニット化

- 柱、ネットはユニット構造  
→ 施工期間の短縮とコストの縮減

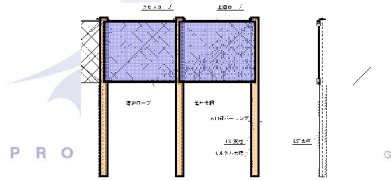


図-8 部材のユニット化

### ii) 維持管理の容易性

崩土を受けた後、ユニットパネルを取り外して容易に土砂を排除することができる。

### 土砂排出方法

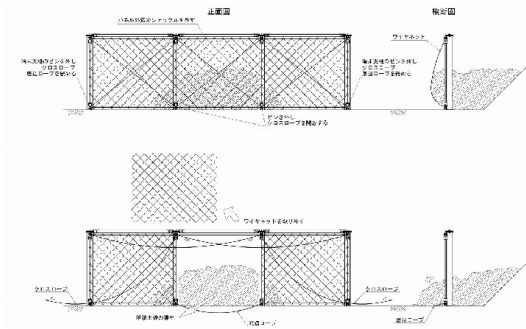


図-9 ネットの交換手順

### (3) 性能

支柱及びネットの性能照査試験を行い衝撃緩和係数  $\alpha = 0.5$  を採用している。NETISの承認を受けている。

### LSTの性能照査実験

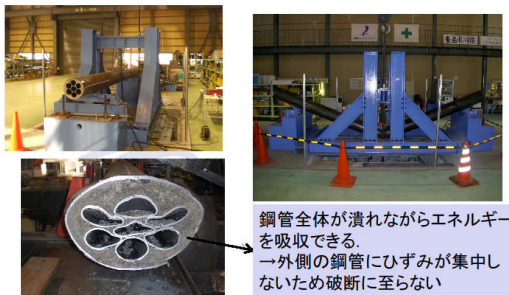


図-10 支柱の性能照査試験

- CASE1-1~CASE1-11: 落下高さ1m~11m
- CASE2: 落下高さ10m



図-11 ネットの性能照査試験

## 7. 施工

(崩壊)土砂防護柵工施工の手順は、施工フローに従って実施される。

当箇所での施工は、道路路側上に防護柵を建て、斜面からの土砂災害を未然に待ち受けて防護するものである。大型重機（ダウンザホールハンマ）を使用するため、片側交互通行による施工を行う。

施工上の留意点は次のとおりである。

- 山間部の幅員が狭く、曲線半径の小さいカーブが連続し前後の見通しの悪い範囲での施工となる。そのため、車輻追突による交通事故が起きないように、交通規制の範囲を決定する。
- 特に曲線部分の掘削については、重機の回旋が対向車線にはみ出す恐れがある。また、通行するバス等の大型車についても対向車線にはみ出す恐れがある。よって重機の配置及び支柱の吊上げる方向を事前に確認する必要がある。
- 朝夕の通勤時には渋滞による待機列により追突の可能性があったため、平日の日中と早朝、夕刻の間は交通誘導員による誘導を行い、休日と夜間は仮設信号機による誘導を行うこととする。

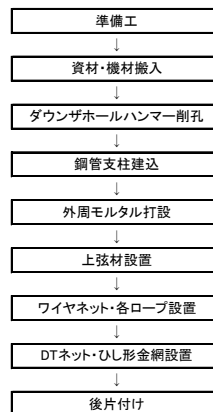


図-12 施工フロー

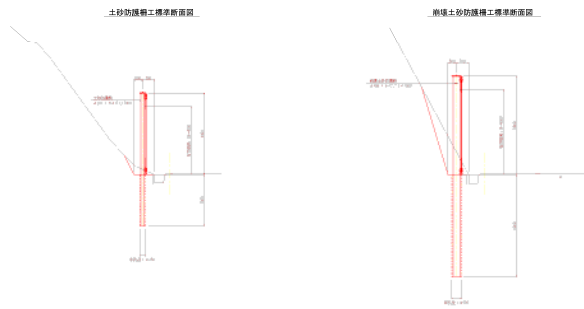


図-13 標準断面図

## 8. おわりに

現在、4工区中3工区目を施工するところであり、平成26年度に事業完了を目指しているところである。

近年、記録的な集中豪雨による土砂災害が各地で相次いで発生し、住民の防災に対する意識は向上しつつある。本工法は道路や砂防事業における防災対策の1つとして有効であると考えます。



写真-5 法面2 交通規制状況



写真-7 法面1 施工完了



写真-6 法面1 支柱建込状況