

国道424号道路災害関連事業の概要報告

栗山 靖崇¹

¹和歌山県 県土整備部 道路局 道路建設課 (〒640-8585和歌山県和歌山市小松原通1-1)

2011年台風12号に伴う豪雨により、和歌山県が管理する一般国道424号が被災し、道路災害関連事業として取り組んでいる事例について紹介する。

位置：和歌山県日高郡みなべ町清川地内 路線名：一般国道424号

特色：2011年台風12号に伴う豪雨により、一般国道424号に隣接する法面で、深層崩壊と地すべりが連続して発生した。これの復旧効果をさらに合理化させるために、隣接地で計画していた交付金事業による改良計画と併せて、一体で整備を行う改良復旧

キーワード 災害復旧，災害関連

1. はじめに

和歌山県日高郡みなべ町清川地内において被災した一般国道424号は、和歌山県田辺市から日高郡みなべ町、日高川町、有田郡有田川町、海南市を経て紀の川市に至る延長120.6kmの幹線道路であり、みなべ町では国道42号及び近畿自動車道紀勢線とアクセスする幹線道路である。

また、「和歌山県地域防災計画」では「第二次緊急輸送道路」に指定され、防災上からも重要な路線である(図-1)。



図-1 一般国道424号位置図

2. 被災の状況

(1) 台風12号による県下の被災概要

2011年8月25日に発生した台風12号は、発達しながらゆっくりとした早さで北上し、四国地方、中国地方を縦断し、9月4日未明には日本海に進んだ(図-2)。台風が大型で、動きが遅かったため、長時間にわたり台風周辺の湿った空気が異常に流れ込み、西日本から北日本にかけて、山沿いを中心に広い範囲で記録的な大雨となった。

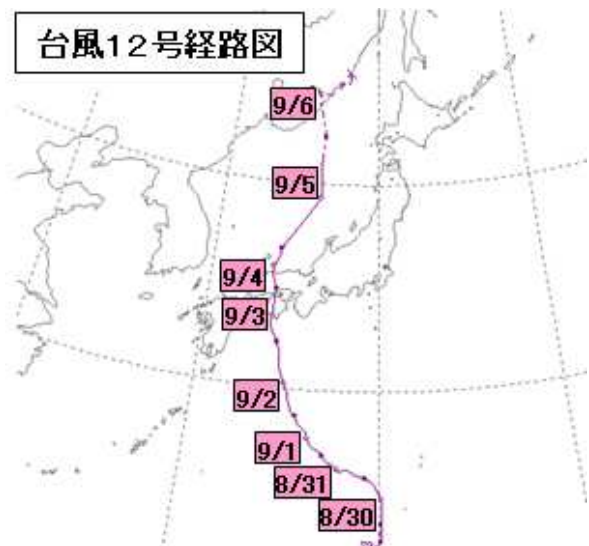


図-2 台風12号の進路

この台風による和歌山県全域での被害をみると、人的被害は、死者56人（うち災害関連死6人）、行方不明者5人、負傷者9人、物的被害は、全壊371棟、半壊1,842棟、一部破損171棟、床上浸水2,680棟、床下浸水3,147棟、浸水被害1,592棟（2012年4月時点）にも及んでおり、和歌山県に甚大な被害を与えた。

(2) 災害の発生

台風12号により、2011年9月1日から9月5日まで断続的に降り続いた雨は、時間最大雨量67mm、5日間累積雨量723mmと記録的豪雨であった（図-3）。この豪雨により、日高郡みなべ町清川地内では、2011年9月4日2時頃に、国道424号法手見トンネル終点側坑口の谷部で幅約40m、延長約195mの深層崩壊、隣接する斜面で幅約110m、延長約85mの地すべりが発生し、その崩土により国道424号が埋没し、全面通行止めとなった。また、1名の方が亡くなられたことは、痛恨の極みであった。

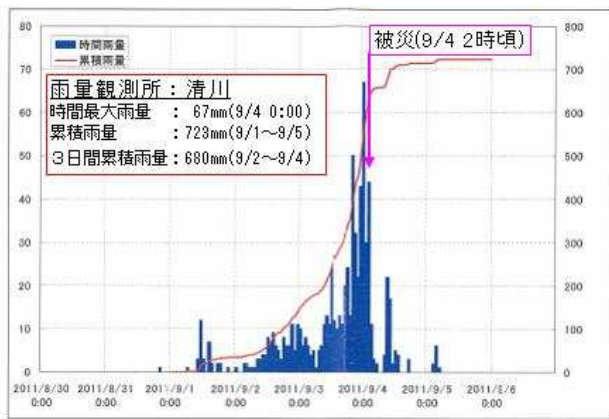


図-3 台風12号に伴う降水量

(3) 地形及び地質、災害発生メカニズム

a) 地形及び地質

被災斜面は、一般国道424号みなべ町清川地内の法手見トンネル終点側坑口側の谷部及び隣接する尾根部である。

周辺の地形は、果無山脈の西部で標高300~400m程度の急峻な山体が分布しており、その山間部を二級河川の南部川が蛇行を繰り返して、南西方向に流下している。

被災斜面は南北に伸びる最大約280mの尾根の南端部で、南部川の攻撃斜面に位置し、今回の被災斜面より上流部において、過去に地すべりが発生しており、斜面形成過程において南部川の攻撃斜面は、浸食風化を受けて岩盤が脆くなっているものと推測される。

b) 災害発生メカニズム

台風12号による記録的豪雨によって、法手見トンネル終点側坑口の谷部で谷部深層崩壊が発生し、その後隣接する斜面で地すべりが発生した（写真-1）、（図-4）。



写真-1 被災当初の全景

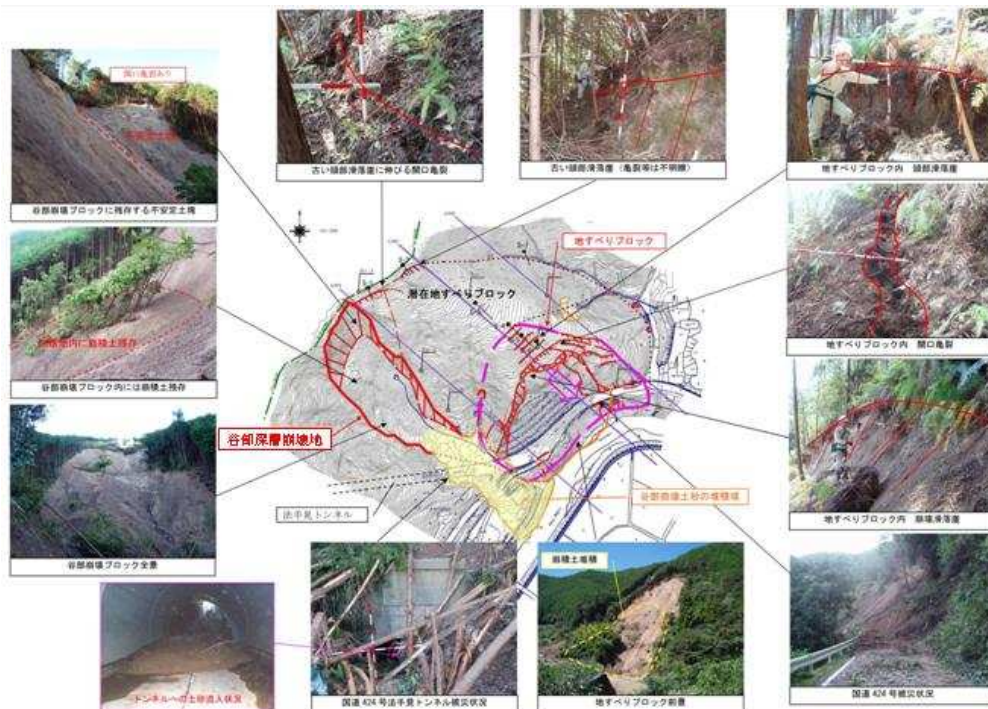


図-4 被災状況平面図

谷部深層崩壊地は、幅約40m、延長約195m、頭部滑落崖高約30mにわたって崩壊し、その側方斜面には層厚約10mの風化が著しい泥岩が分布しており、それ以深には破碎質の分布が認められるものの、安定した岩盤が確認でき、風化が著しい泥岩層と安定した岩盤層の境界に脆弱化が進行した攪乱帯が確認された。谷部深層崩壊地はもともと湧水が豊富な谷部で、台風12号による記録的な豪雨により、地下水位がこれまでになく上昇したことで、潜在的に存在していたすべり面を境界に潜在地すべりブロックの右側方部が大規模に崩壊したものと考えられる。

地すべりブロックは、幅約110m、延長約85m、最大層厚約27mにわたり、台風12号による記録的な豪雨により、亀裂の発達した岩盤内の地下水位が上昇することで、間隙水圧が上昇し、活動したものと考えられる。被災後も、降雨時に変位の累積が確認されたことから、降雨による地下水位の上昇にて不安定化する傾向にある。

潜在地すべりブロックは、幅約160m、延長約170m、最大層厚約29mにわたり、台風12号による記録的な豪雨の後には顕著な活動は確認されなかったが、地すべりブロックの活動や谷部深層崩壊による右サイドフリクションがなくなったことにより、今後潜在地すべりブロックの不安定化が懸念される。

3. 復旧事業の概要

(1) 災害関連事業の適用

被災箇所は、現時点では顕著な動きは確認できないものの、谷部深層崩壊斜面を含む大規模な潜在地すべりブ

ロックが存在することから、復旧工事においては、被災した深層崩壊斜面と地すべりブロックの復旧対策工事のみでは、潜在地すべりブロックや周辺の脆弱化した斜面を残存させることになり、潜在地すべりブロックに対する長期的な安全を確保できないこととなる。

このため、潜在地すべりブロックや周辺部の脆弱化した斜面を含む範囲の再度災害の防止を図るため、災害を受けた施設を原形に復旧する災害復旧事業のみならず、災害箇所の原形復旧のみではその効果が限定される場合等において、災害箇所や未被災箇所等を含めて復旧する改良復旧事業の一つである災害関連事業の要望を行った。

この災害関連事業を要望するにあたり、復旧効果をさらに合理化させるために、隣接地の幅員狭小や線形不良区間の解消を図り、路線バス等の円滑な走行性を確保するために、計画していた交付金事業による改良計画と併せた一体整備により、被災箇所の路線・道路の区域変更も合わせて行い施行する改良復旧について検討し、要望を行った。

(2) 災害復旧事業による復旧工法（親災）


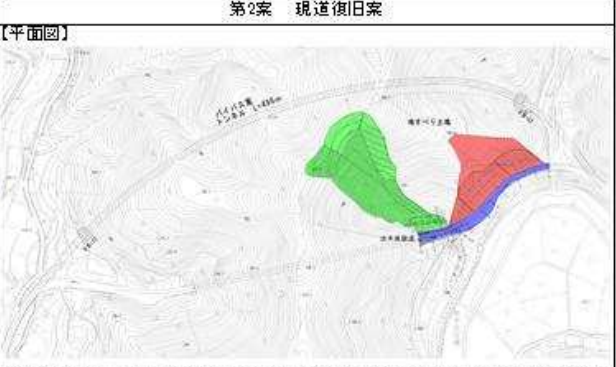
谷部深層崩壊地と地すべりブロックについて、崩壊斜面の危険要因としては、以下の点が挙げられ、復旧工法としては、それらの危険要因を解消する工法を選定し検討を行った。

a) 谷部深層崩壊地

- ①頭部滑落崖の東側に残存する不安定化した土塊の崩落
- ②長大滑落崖部法面の侵食や風化の進行に伴う崩壊

これらを対策する工法として、①の残存する落ち残り不安定土塊に対しては、原位置で抑止する工法、待ち受ける工法、排土する工法の3案について比較し、除去す

表-1 災害復旧事業工法比較検討表

	第1案 バイパストンネル案	第2案 現道復旧案																											
概要図																													
概要	バイパス案の選定にあたって、地すべりブロックが隣接することから被災箇所を回避し、トンネル終点側坑口を地すべりブロックに影響しない位置とし、現道へすりつけるルートとした。	災害対策工として、地下水排除工を施工後、現道を復旧するという観点から被災前の現況勾配1:0.8とし、施工時の安全性を勘案し逆巻工法が可能な受圧板+アンカー工を行う。																											
経 済 性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>対策工</th> <th>金額 (千円)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>トンネル工</td> <td>1,580,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>1,580,000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	対策工	金額 (千円)	備考	トンネル工	1,580,000		合計	1,580,000		<table border="1"> <thead> <tr> <th>対策工</th> <th>金額 (千円)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>谷部崩壊地</td> <td>483,596</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地すべりブロック</td> <td>633,588</td> <td></td> </tr> <tr> <td>遺路復旧工</td> <td>11,734</td> <td></td> </tr> <tr> <td>工事用遺路</td> <td>21,838</td> <td></td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>1,030,753</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	対策工	金額 (千円)	備考	谷部崩壊地	483,596		地すべりブロック	633,588		遺路復旧工	11,734		工事用遺路	21,838		合計	1,030,753	
	対策工	金額 (千円)	備考																										
トンネル工	1,580,000																												
合計	1,580,000																												
対策工	金額 (千円)	備考																											
谷部崩壊地	483,596																												
地すべりブロック	633,588																												
遺路復旧工	11,734																												
工事用遺路	21,838																												
合計	1,030,753																												
	比率 (153%)	比率 (100%)																											
評価	終点部は坑口を出てから現道にすりつける区間が短いため、平面線形が悪く、走行性・安全性に劣る。	第1案に比べ5億9千円工事費が削減でき経済的となるため、第2案(現道復旧案)を採用する。																											

る工法の排土工を選定し、法面保護工として、植生基材吹付工を採用した。また、②の長大滑落崖部法面の法面保護工としては、吹付砕工を採用した。

b) 地すべりブロック

- ①崩壊頭部の強風化土・強風化岩の崩落
- ②崩壊によって発生した亀裂に沿って劣化が進行した斜面中腹から末端部の風化岩・風化土の落石や崩壊
- ③裸地化した斜面の降雨時の侵食
- ④最大層厚約27mの地すべりブロックの活動

これらの地すべりブロックの対策工法として、地すべりブロックを排土する工法、アンカーにより抑止する工法、排土とアンカーを組み合わせた工法の3案について比較し、アンカーにより抑止する工法を採用した。なお、地すべりの対策として、押え盛土工は地すべりの末端部が、河川に近接しており施工できないため、比較案から除外している。

これらの、谷部深層崩壊地と地すべりブロックを対策する現道復旧案と被災箇所をバイパスにより迂回することで、安全性を確保するトンネル案を比較した結果、経済性に優れた現道復旧案を親災として災害申請を行った(表-1)。

(3) 災害関連事業による復旧工法 (関連)

前述したように、復旧工事において、被災した谷部深層崩壊地と地すべりブロックの復旧対策工事のみでは、潜在地すべりブロックや周辺の脆弱化した斜面を残存させることになり、長期的な安全性を確保できないこととなるため、潜在地すべりブロックや周辺の脆弱化した斜面の安全性を確保するために、これらの被災箇所をトンネルによりバイパス道路を構築し復旧する案と潜在地すべり

ブロックや周辺の脆弱化した斜面を含めて対策を行い現道にて復旧する案との比較検討を行った。

a) トンネル案

谷部深層崩壊地を含む潜在地すべりブロックおよび周辺部の脆弱化した斜面をトンネルにより通過する案。

b) 現道復旧案

潜在地すべりブロックをアンカー工にて対策し、隣接する谷部深層崩壊地を排土工と法面保護工で対策し、現道復旧を行う案。

上記2案の比較検討の結果、経済性に優れたトンネル案を採用し、災害関連事業の要望を行った(表-2)。これにより、谷部深層崩壊地を含めた潜在地すべりブロックの再度災害防止の目的が達成され、かつ安全性、経済性も確保される合理的な復旧案となった。

(4) 災害関連事業の概要

復旧延長	L=642.4m
トンネル延長	L=487m
幅員	土工部9.25m トンネル部8.50m
道路規格	第3種第4級
設計速度	V=40km/h

災害関連事業トンネル案の復旧ルート検討にあたり、問題となったのは、被災箇所隣接して計画されていた、交付金事業による改良計画との取り合わせである。

通常、災害復旧事業、災害関連事業ともに、現道へ接続することで、事業が完了するが、交付金事業の改良計画に合わせてルートを計画すると、災害関連事業のトンネルの終点側坑口が地すべりブロックと干渉し、安全性に懸念が残る。逆に、地すべりブロックを避ける位置にトンネルの終点側坑口を計画すると、交付金事業の改良

表-2 災害関連事業復旧工法比較検討表

	第1案 トンネル案	第2案 現道復旧案																																										
概要図																																												
概要	大規模地すべりに対する長期的な安全性のリスク(再度災害の可能性)を減らし、地すべりブロックの背面をトンネルルートで通過する案。	トンネルルートに対し、現道復旧を前提として、地すべり斜面に対して、掘削・リッジによる地下水排除工を施し、すべりの抑止は受圧板+アンカー工を施工する案。施工時の安全性を確保するため、逆巻を施工可能な受圧板+アンカー工を採用した。																																										
経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>対策工</th> <th>金額 (万円)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>明り堀</td> <td>37,661</td> <td></td> </tr> <tr> <td>トンネル</td> <td>1,618,784</td> <td></td> </tr> <tr> <td>工事用道路</td> <td>23,034</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地すべり対策工</td> <td>71,096</td> <td></td> </tr> <tr> <td>用地増設費</td> <td>79,002</td> <td></td> </tr> <tr> <td>調査設計費</td> <td>60,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>1,898,577</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>比率 (100%)</p>	対策工	金額 (万円)	備考	明り堀	37,661		トンネル	1,618,784		工事用道路	23,034		地すべり対策工	71,096		用地増設費	79,002		調査設計費	60,000		合計	1,898,577		<table border="1"> <thead> <tr> <th>対策工</th> <th>金額 (万円)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地すべり対策</td> <td>1,606,609</td> <td></td> </tr> <tr> <td>谷部崩壊地</td> <td>467,970</td> <td></td> </tr> <tr> <td>道路復旧工</td> <td>23,386</td> <td></td> </tr> <tr> <td>工事用道路</td> <td>23,034</td> <td></td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>2,119,999</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>比率 (112%)</p>	対策工	金額 (万円)	備考	地すべり対策	1,606,609		谷部崩壊地	467,970		道路復旧工	23,386		工事用道路	23,034		合計	2,119,999	
対策工	金額 (万円)	備考																																										
明り堀	37,661																																											
トンネル	1,618,784																																											
工事用道路	23,034																																											
地すべり対策工	71,096																																											
用地増設費	79,002																																											
調査設計費	60,000																																											
合計	1,898,577																																											
対策工	金額 (万円)	備考																																										
地すべり対策	1,606,609																																											
谷部崩壊地	467,970																																											
道路復旧工	23,386																																											
工事用道路	23,034																																											
合計	2,119,999																																											
評価	<ul style="list-style-type: none"> ○地すべりブロックをトンネルルートで通過することにより、地すべりエリアでの再度災害のリスクを完全に回避できる ○大規模地すべりの対策工費に比べ約1割の工費増となる 	<ul style="list-style-type: none"> ○大規模地すべりブロックを受圧板+アンカー工により対策、隣接する崩壊地は排土工+法面保護により対策し、現道を復旧する ○トンネルルートに比べ約1割の工費増となる 																																										

計画に接続する道路線形が非常に悪くなる。このため、被災箇所における復旧効果をさらに合理化させることを目的とし、交付金事業の改良計画の線形を見直し、一体整備を行う計画とした(図-5,6)。

安全安心な国道を構築する災害関連事業として採択されたものである。

謝辞：近年まれにみる非常に大きな災害であり、災害関連事業の要望から採択に至る事務について手探りの状態であったが、国土交通省水管理・国土保全局防災課をはじめ、各関係機関の皆様方から多大なご協力、ご指導を頂き深く感謝申し上げます。

4. おわりに

2011年の台風12号に伴う豪雨により、和歌山県の管理道路である一般国道424号の法手見トンネルの終点側坑口から、延長約150mで深層崩壊と地すべりが発生し、全面通行止めとなり、みなべ町清川において、約240世帯、850名が一時孤立した。そのため、早期ライフラインの確保と防災上重要な路線である第二次緊急輸送道路としての安全・安心な道路として、災害復旧を行う必要があった。

災害復旧事業(親災)としては、現道復旧として谷部深層崩壊地と地すべりブロックに対する対策による災害申請を行った。

その一方で、現道復旧のみでは、潜在地すべりブロックや周辺の脆弱化した斜面を残存させることになり、長期的な安全を確保できないこととなるため、再度災害の防止と復旧効果をさらに合理化させるためにトンネルバイパス案で災害関連事業の要望を行った。

この災害関連事業の特長は、災害関連事業の計画と交付金事業の計画が互いに成立することで、復旧効果が得られるものであり、それぞれの事業が完了するだけでは、復旧効果が得られない珍しい事例であるが、被災箇所前後の改良計画の法線変更と併せて、新設トンネルを計画し、

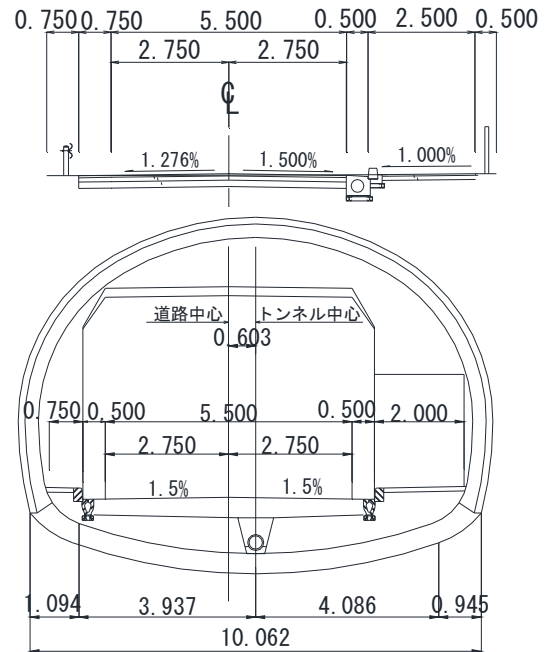


図-5 標準断面図

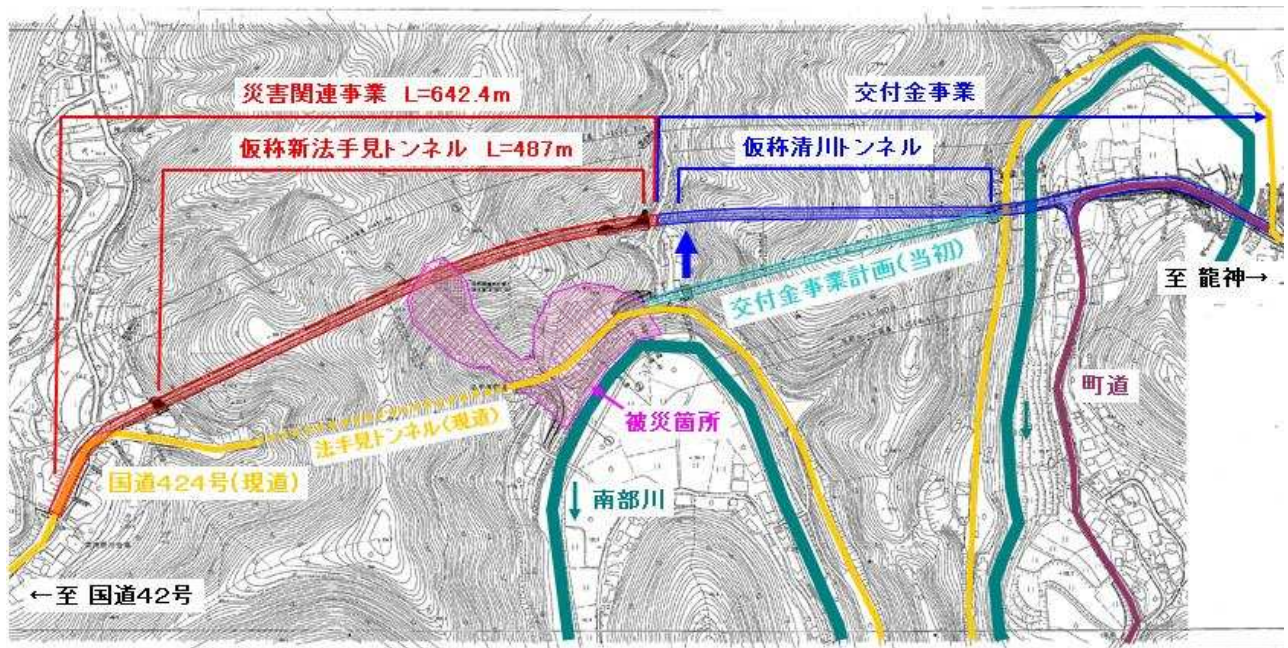


図-6 計画平面図