

北陸新幹線(長野・富山間)のルートについて

平成22年9月29日



鉄道・運輸機構

本日も説明のポイント

- ① 北陸新幹線 北アルプスを貫通するルート※
(北アルプスルート)の概要
※長野・富山間のルート選定において、検討された案
- ② 北陸新幹線 北アルプスルートと
中央新幹線 南アルプスルートの技術的な考察

①北陸新幹線 北アルプスを貫通するルート (北アルプスルート) の概要 (1)

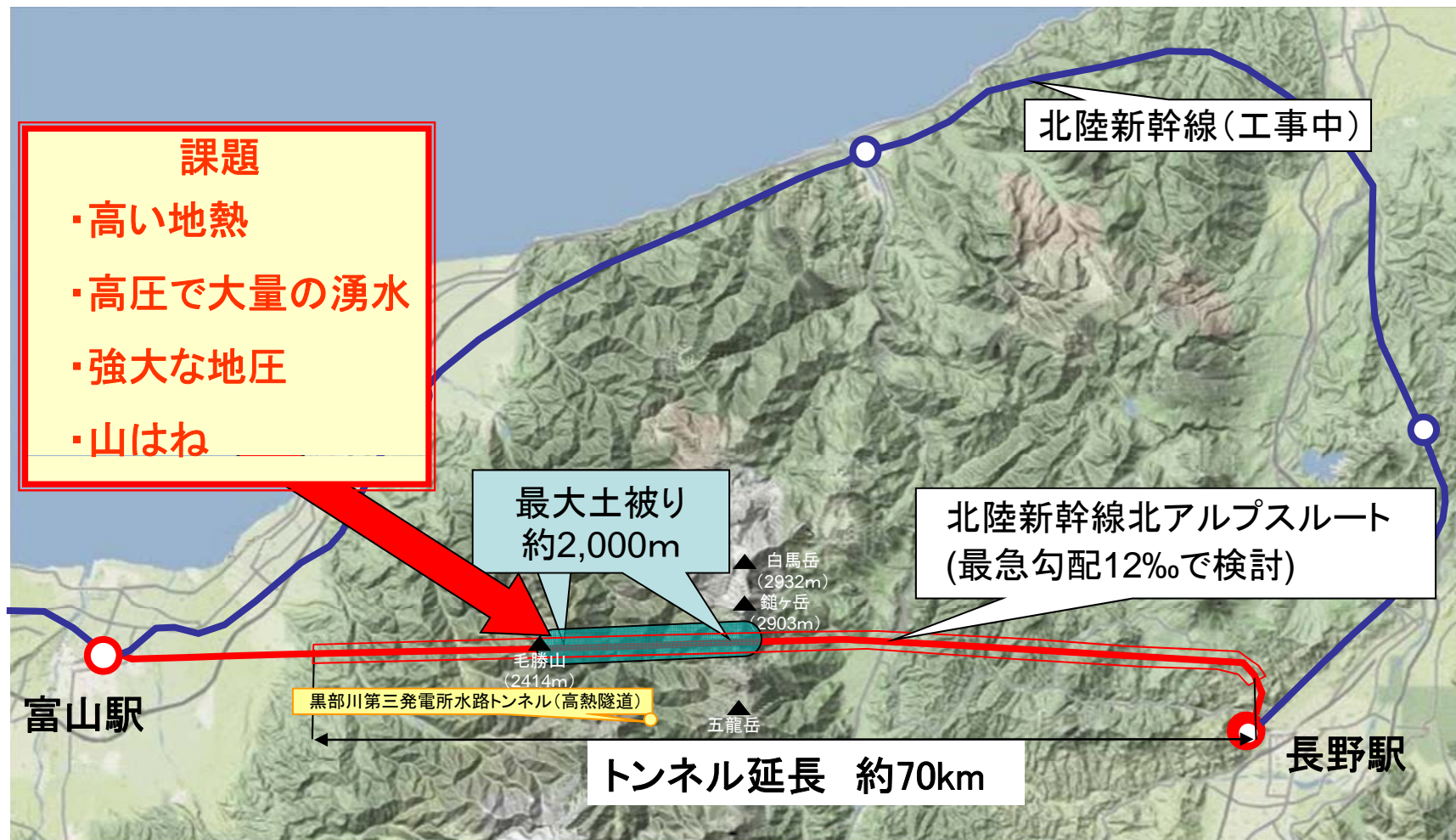
北陸新幹線の経緯(抜粋)

昭和47年 6月29日	基本計画決定
48年10月 2日	調査報告書提出
48年11月13日	整備計画決定、建設指示
57年 3月30日	環境影響評価のため、高崎・小松間の駅・ルート概要公表
60年12月25日	高崎・小松間の工事実施計画の認可を申請
平成元年11月13日	高崎・軽井沢間工事着手(以降区間を分けて順次着手)

北アルプスルートは
昭和50年頃検討された結果、
選択肢から除外された。

①北陸新幹線 北アルプスを貫通するルート (北アルプスルート) の概要 (2)

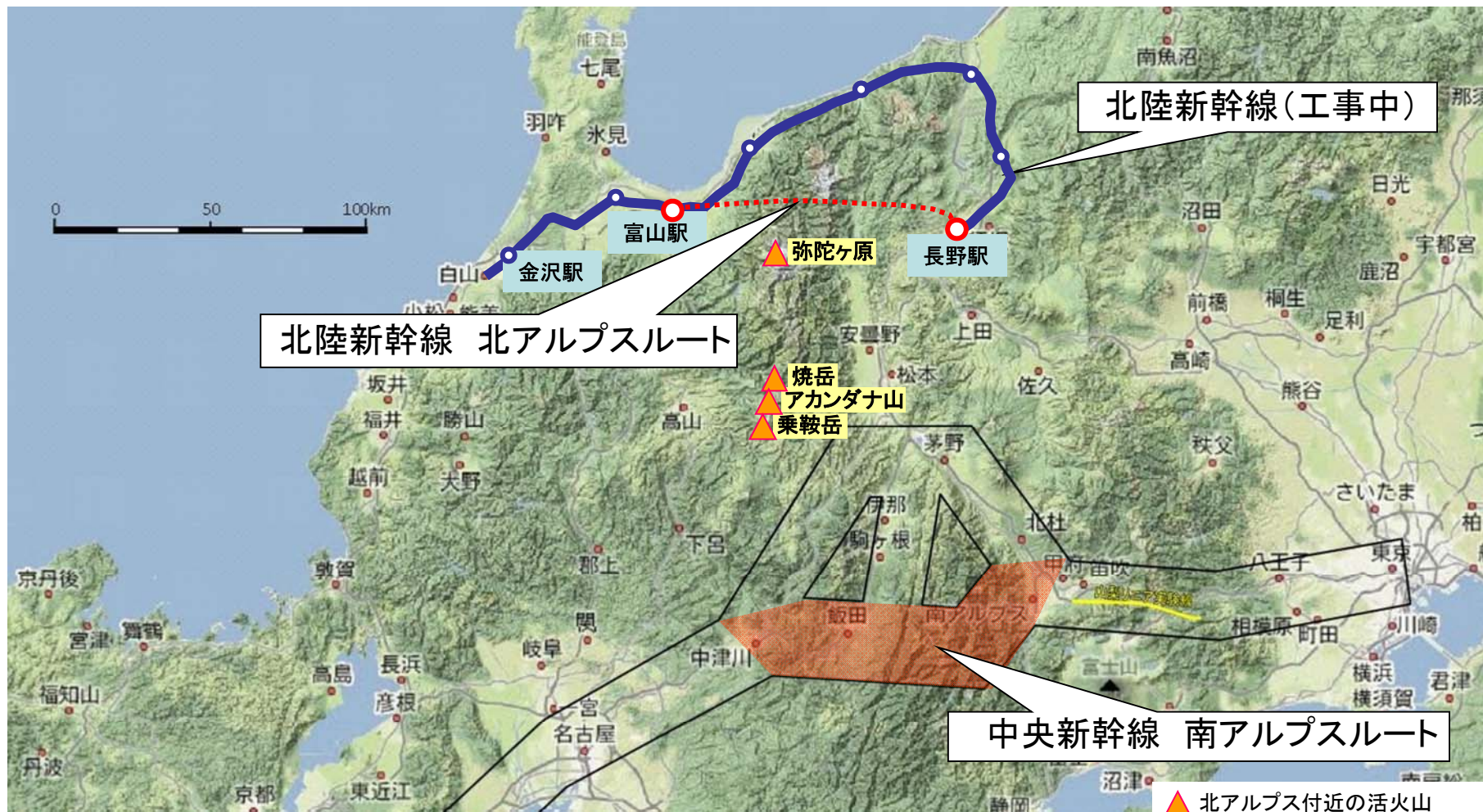
北アルプスルート平面



※12‰(パーミル): 1000m進んだとき12m上がる(下がる)勾配

②北陸新幹線 北アルプスルートと 中央新幹線 南アルプスルートの技術的な考察(1)

ルート位置図



②北陸新幹線 北アルプスルートと 中央新幹線 南アルプスルートの技術的な考察(2)

	北陸新幹線北アルプスルート	中央新幹線南アルプスルート
最急勾配	在来型新幹線の 最急勾配12% で検討	超電導リニアの 最急勾配40% で検討
想定される 最長トンネル	延長 : 約70km 最大土被り : 約2,000m	延長 : 約20km 最大土被り : 約1,400m
地形地質	<ul style="list-style-type: none"> ・飛騨山脈中軸部は、古生層、変成岩、蛇紋岩等からなり、以下の課題があるため、きわめて困難な地質と考えられる。 ・火山地域を通過する。 ・高熱を呈する区間がある。 ・土被りが約2,000mと大きく、高圧で大量の湧水、強大な地圧及び山はねが想定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的良好な堆積岩が主体である。一部蛇紋岩が分布する。 ・火山地域を通過しない。 ・土被りは北アルプスルートより小さいが、大量の湧水、地圧が想定される。
トンネル 施工技術	矢板工法が標準工法であった。	NATM※は標準工法として定着し、多くの施工実績がある。 計測技術や大規模機械の開発等で工事の安全性や効率が格段に向上。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル延長が約70kmと長い。 ・飛騨山脈は道路がない上に、冬季は積雪が多く、斜坑の設置が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル延長は約20km。 ・工事用道路、斜坑の設置が可能。

<参考>トンネル施工上の課題(1)

大量の湧水

【主な発生要因】

- ・断層破碎帯、亀裂の存在
- ・大土被り
- ・帯水層の存在

【発生現象】

- ・切羽の崩壊
- ・トンネル坑内の滞水

【対策】

- ・水抜きボーリング
- ・水抜き坑
- ・止水注入

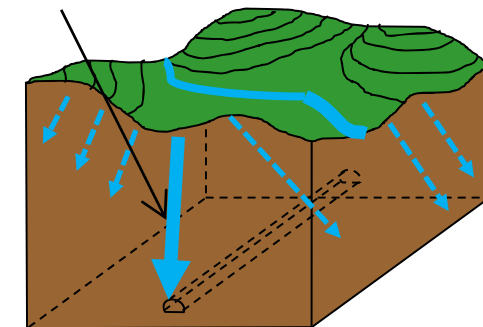
→一般的な対策工

→上記で対応できない大量湧水が想定される場合



上越新幹線中山トンネル(2.3MPa,13m³/分)

断層破碎帯、亀裂の存在等



掘削が接近したときに
水が噴き出す

<参考>トンネル施工上の課題(2)

岩盤劣化の地圧・膨張性地山・塑性押し出し

【主な発生要因】

岩盤劣化の地圧

- ・岩盤の風化

膨張性地山

- ・岩石に含有される膨張性粘土鉱物の吸水による体積膨張

塑性押し出し

- ・大土かぶりによる岩石強度を大きく超える作用力

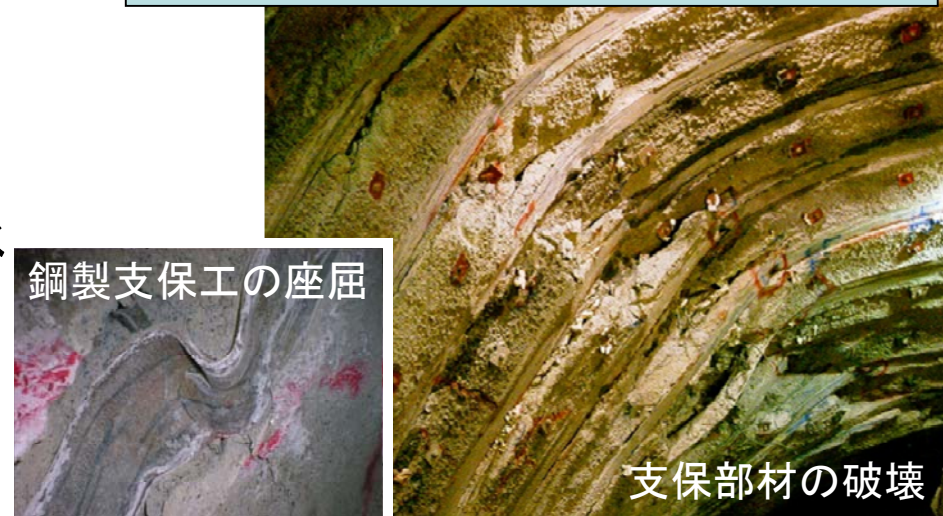
【発生現象】

- ・掘削時における急激な地山の押し出しによるトンネル内空断面の縮小
- ・支保部材の変形や破壊(吹付けコンクリートのひび割れ, 鋼製支保工の座屈等)

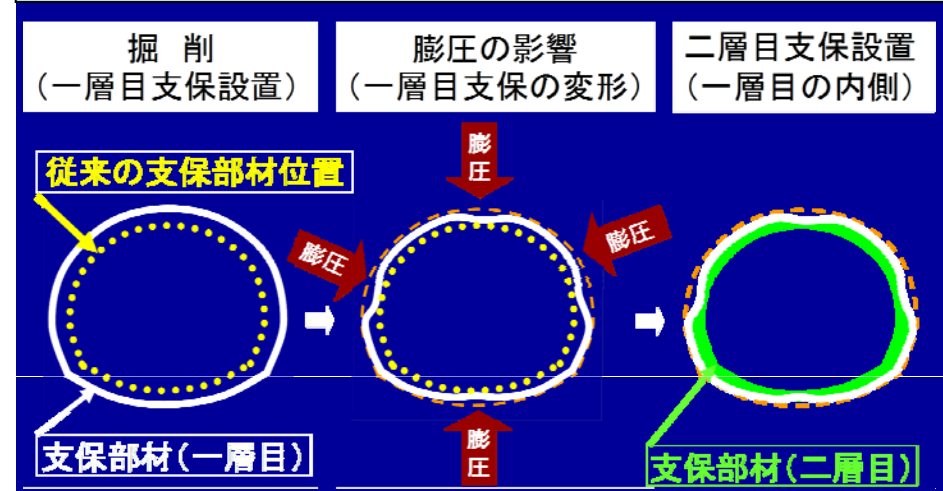
【対策】

- ・支保部材の剛性アップ
- ・トンネル断面の早期閉合
- ・地盤改良による地山強度の向上

北陸新幹線飯山トンネル(170t/m²以上の膨圧)



多重支保工法による支保部材の剛性アップの例



<参考>トンネル施工上の課題(3)

山はね

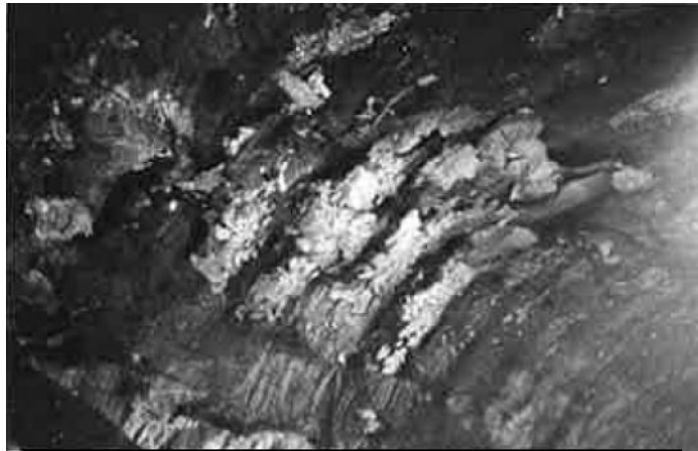
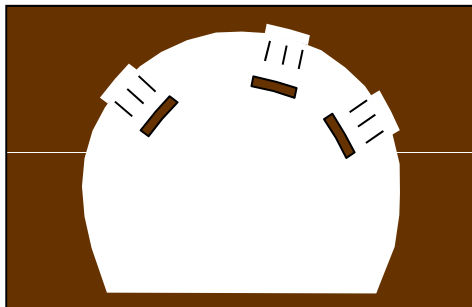


写真1:岩塊がはらみ出す様子
上越新幹線大清水トンネル

地下に空洞を作ることで、応力が解放され、岩石中の弾性ひずみエネルギーが急激に解放されて起こる爆発的破壊現象を言い、大きな岩塊が掘削面から飛び跳ねてくる。数m²の岩塊が飛ぶこともある。



(発生要因)

山はねは主に下記の要因で発生する。

- ・大土被り
- ・均質な岩盤
- ・密着した節理が発達

※山はねが発生したトンネルの地質は火成岩がほとんどであり、堆積岩では起こりにくい。

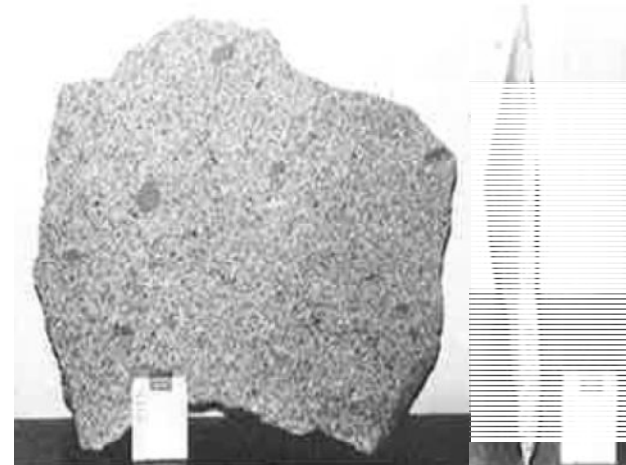
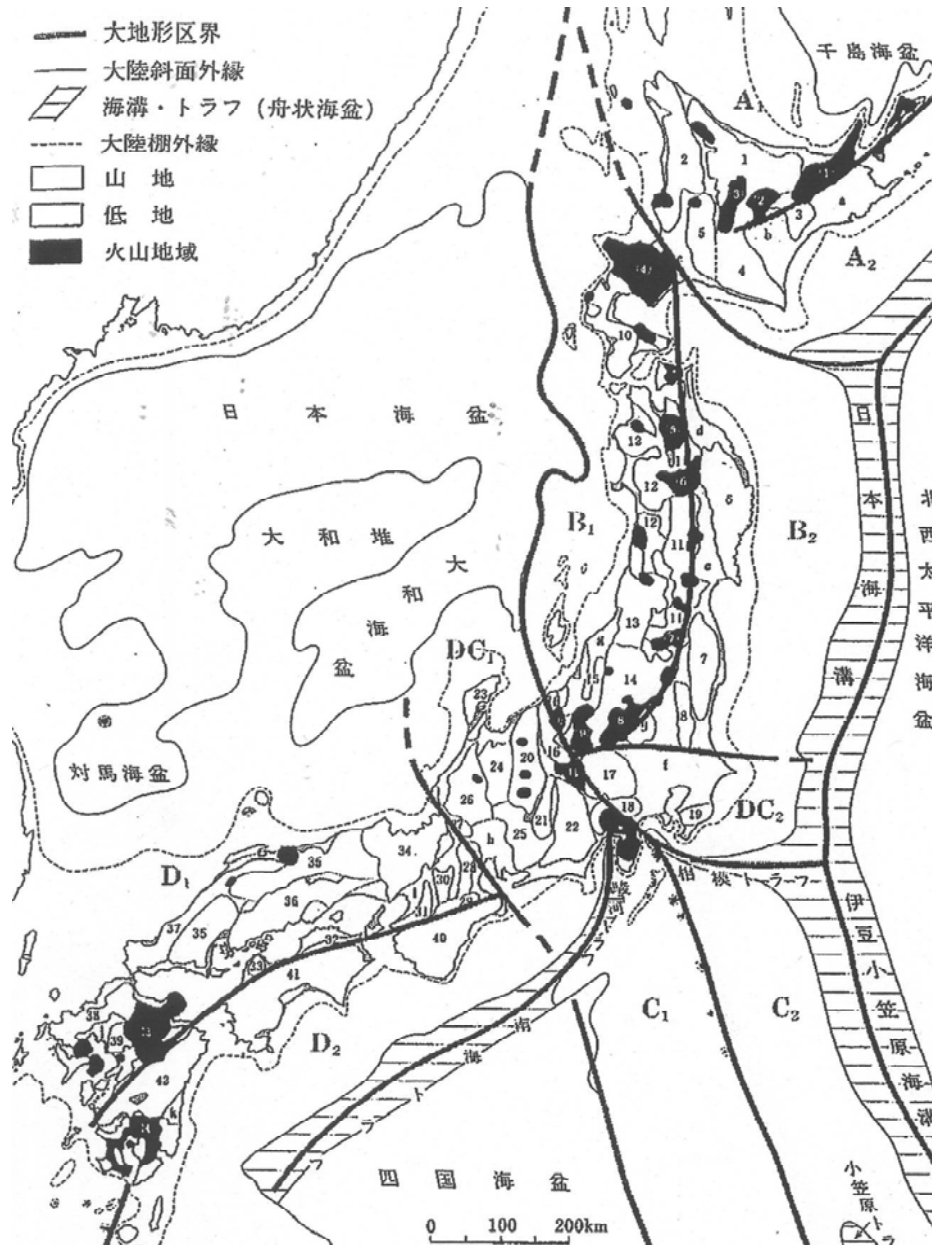


写真2:山はね石(左:正面、右:側面)

<参考>地形地質(1)



- | | | | |
|--------------------|----------------|--------------|-----------|
| 大地形区 | | おもな山地 | |
| A ₁ | 北海道主部内帯(千島弧内弧) | 1 | 北見山地 |
| A ₂ | 北海道主部外帯(千島弧外弧) | 2 | 天塩山地 |
| B ₁ | 東北日本弧内弧(内帯) | 3 | 白糠丘陵 |
| B ₂ | 東北日本弧外弧(外帯) | 4 | 日高山脈 |
| C ₁ | 伊豆小笠原弧内弧(内帯) | 5 | 夕張山地 |
| C ₂ | 伊豆小笠原弧外弧(外帯) | 6 | 北上山地(高地) |
| D ₁ | 西南日本弧内帯 | 7 | 阿武隈山地(高地) |
| D ₂ | 西南日本弧外帯 | 8 | 八溝山地 |
| DC ₁ | 中央日本西帯(中部山地) | 9 | 足尾山地 |
| DC ₂ | 中央日本東帯(関東) | 10 | 渡島山地 |
| E ₁ | 琉球弧内弧(内帯) | 11 | 奥羽山脈 |
| E ₂ | 琉球弧外弧(外帯) | 12 | 出羽山地(丘陵) |
| おもな火山群・火山地域 | | 13 | 朝日飯豊山地 |
| ① | 知床・阿寒 | 14 | 上越山地 |
| ② | 然別 | 15 | 越後丘陵 |
| ③ | 大雪・十勝 | 16 | 西頸城筑摩山地 |
| ④ | 支笏・洞爺 | 17 | 関東山地 |
| ⑤ | 八甲田・十和田 | 18 | 丹沢御坂天守山地 |
| ⑥ | 八幡平・岩手 | 19 | 房総三浦丘陵 |
| ⑦ | 吾妻・磐梯 | | |
| ⑧ | 日光・赤城 | | |
| ⑨ | 浅間 | | |
| ⑩ | 妙高 | | |
| ⑪ | 八ヶ岳 | | |
| ⑫ | 富士・伊豆 | | |
| ⑬ | 中九州 | | |
| ⑭ | 南九州 | | |
| おもな平野 | | | |
| a | 根釧平野(台地) | | |
| b | 十勝平野 | | |
| c | 石狩平野 | | |
| d | 上北平野 | | |
| e | 北上盆地・仙台平野 | | |
| f | 関東平野 | | |
| g | 越後平野 | | |
| | (新潟平野) | | |
| h | 濃尾平野 | | |
| i | 大阪平野 | | |
| j | 筑紫平野 | | |
| k | 宮崎平野 | | |

出典:日本の地形(東京大学出版会)

<参考>地形地質(2)

北陸新幹線 北アルプスルート の地形地質

北 陸 新 幹 線
(東 京 都 ・ 大 阪 市 間)
調 査 報 告 書

昭和48年10月2日

2 地形、地質等に関する事項

(1) 地形

沿線の地形は、関東、富山、金沢、福井、大阪の各平野、佐久、長野の各盆地等の平野部、並びに群馬・長野県境及び長野盆地から日本海にかけての山岳地帯、丹波高地等の山間部からなっている。山岳部では、勾配の連続する長大トンネルとなることが予想されるが、計画上、特に大きな支障はないものと考えられる。

(2) 地質

ア 平野部

平野部の地質は、大半が洪積層、沖積層からなっており、いずれもおおむね良好である。

イ 山間部

(1) 群馬・長野県境の山岳部の地質は、表層部に火山性堆積物があるが、基盤は新第三紀のよく固結した凝灰岩、泥岩、砂岩等の堆積岩であり、比較的問題は少ないといえる。

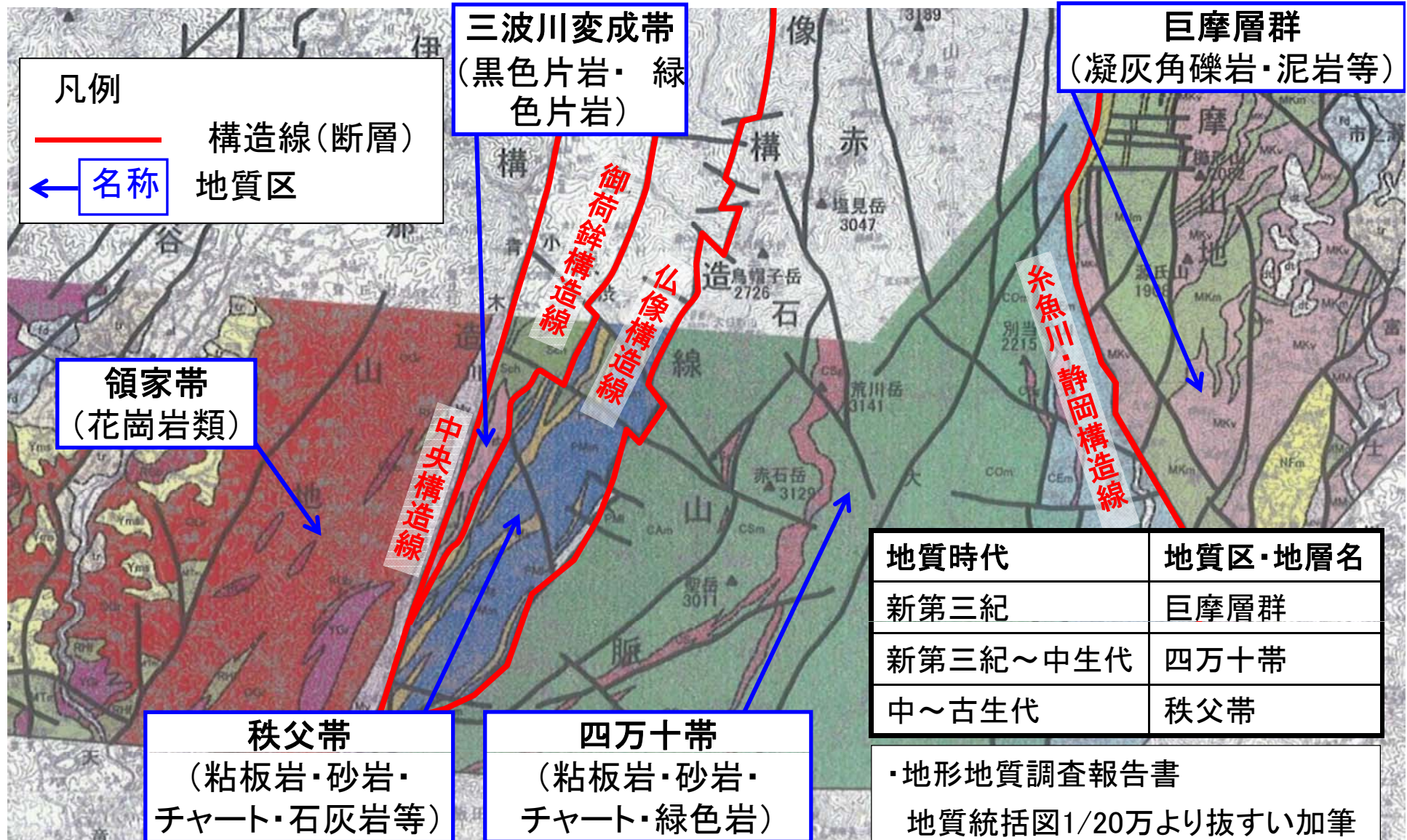
(2) 千曲川沿いの山地部の地質は、表層部に浅間山、蓼科山の火山性堆積物があるが、基盤は堅固で、比較的問題は少ないといえる。

(3) 長野盆地、富山平野間の地質は、次のとおりである。

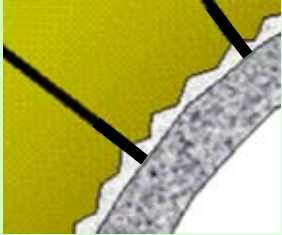
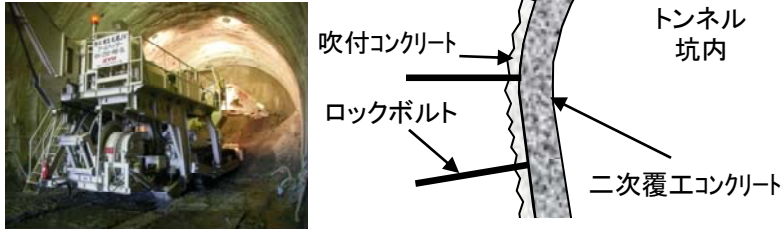
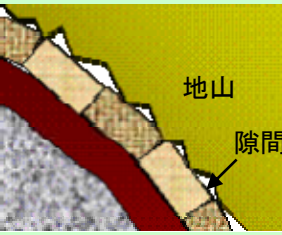
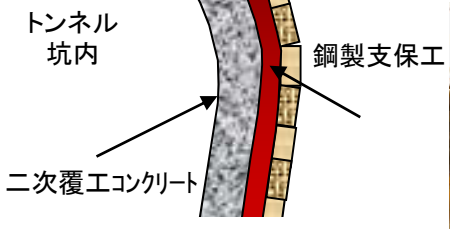
飛騨山脈中軸部は、古生層、変成岩、蛇紋岩等からなり、一部に断層破砕帯及び高熱地帯が存在するため、高圧大湧水、高地熱、強大な膨張性土圧及び高山特有の山ハネ現象が予想され、きわめて困難な地質と考えられる。

<参考>地形地質(3)

中央新幹線 南アルプスルートでの地形地質



<参考>トンネル施工(1)

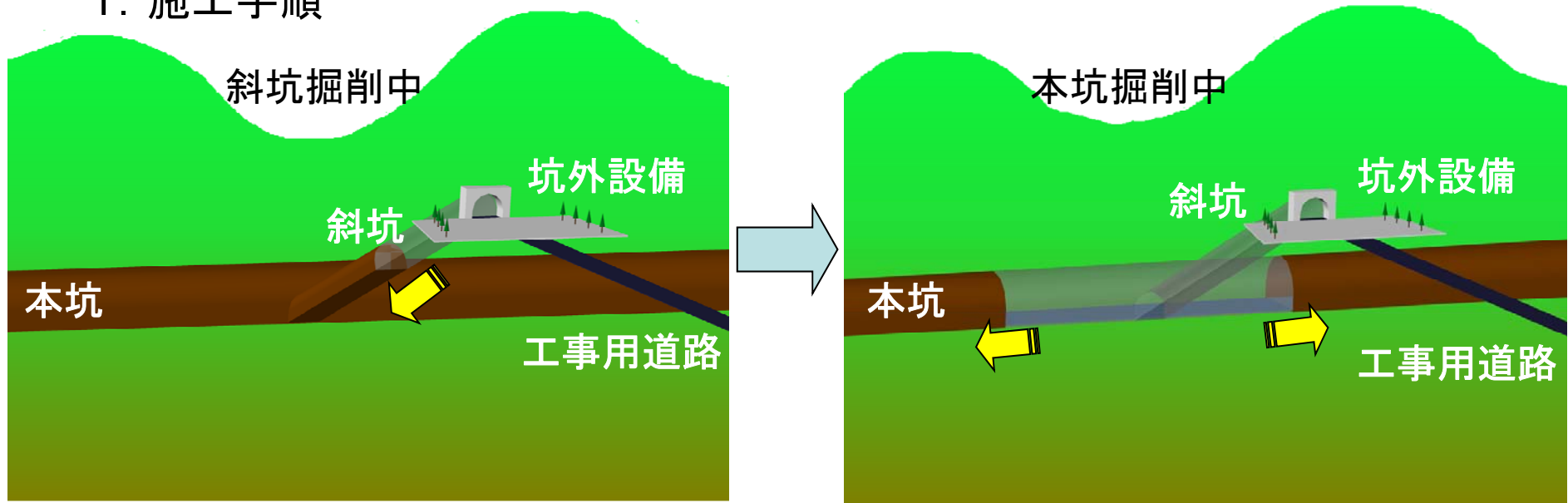
NATM※	矢板工法
<p data-bbox="481 355 593 391">拡大図</p>  <p data-bbox="398 655 658 715">地山と吹付コンクリートが密着する</p>  <p data-bbox="817 1038 1041 1074">NATMイメージ図</p> <div data-bbox="347 1102 1086 1417"> <p>現在、山岳や丘陵地を対象にトンネルを構築する際に標準的に用いられる工法。</p> <p>トンネル周辺地山の支保機能を有効に活用し掘削後吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等により地山の安定を確保して掘進する。</p> <p>NATMは矢板工法に比較して、不良地山への対応が取りやすく、大断面施工が可能となった。この結果、工期、工事費及び安全性が大きく改善した。</p> </div>	<p data-bbox="1646 355 1758 391">拡大図</p>  <p data-bbox="1574 480 1843 555">地山 隙間</p> <p data-bbox="1574 639 1843 730">地山と矢板の間に隙間ができる (完全に密着しない)</p>  <p data-bbox="1220 1038 1489 1074">矢板工法イメージ図</p> <div data-bbox="1176 1102 1915 1417"> <p>NATMが標準工法になる以前、山岳や丘陵地を対象にトンネルを構築する際に標準的に用いられた工法。</p> <p>掘削後、支保工を構築し、掘った部分に矢板を当てながら掘進する。</p> <p>1960年代以降から木材の支保工が鋼製の支保工に変わっていった。</p> </div>

※NATM(ナトム): New Austrian Tunneling Method

<参考>トンネル施工(2)

長大山岳トンネルの施工手順

1. 施工手順



2. 工区数と工費・工期の関係

工区の区分にあたっては、所要の完成期限、トンネル断面および勾配、地山条件、想定湧水量、周辺環境、工事用設備、ずり搬出先等の立地条件等を考慮する。

工区数が多ければ、一工区あたりの施工延長が短くなり工期は短縮できる。

一方、斜坑・横坑等の作業坑や工事用道路、電力設備、排水設備等の工事用設備が各工区ごとに必要となり、工費は増大する。

<参考> 我が国の長大、大土かぶりトンネル

長大トンネル

No.	トンネル名称	用途	長さ(m)	土かぶり(m)
1	青函	鉄道	53,850	500
2	八甲田	鉄道	26,455	540
3	岩手一戸	鉄道	25,810	200
4	飯山	鉄道	22,225	325
5	大清水	鉄道	22,221	1,300

大土かぶりトンネル

No.	トンネル名称	用途	長さ(m)	土かぶり(m)
1	大清水	鉄道	22,221	1,300
2	新清水	鉄道	13,500	1,200
3	関越(上)	道路	11,060	1,190
4	飛騨	道路	10,740	1,015
5	恵那山(上)	道路	8,650	950

(交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会第2回資料より)