

伊豆新島に単成火山群を貫く島嶼部最長のトンネル出現

磯部 一洋¹⁾・伊藤 順一¹⁾

1. はじめに

2000年三宅島噴火の余燼^{よじん}は、今なお高濃度の火山ガス(二酸化硫黄)放出という形で続いており、全住民も2003年12月現在島外避難中である。2000年6月下旬の三宅島噴火に関連した新島・神津島近海地震によって、7月1日に神津島、7月15日に新島で大規模な崩壊が相次いで発生した。新島中北部では、1936年12月27日の新島地震に匹敵する大災害に見舞われ、新島村の中心である本村と北にある若郷とを結ぶ道路は寸断された(磯部, 2000)。

今回の災害を教訓として、この幹線道路への崩壊落石の危険を大幅に軽減するために長短2本のトンネル建設計画が早急に策定された。被災から1年3ヵ月後の2001年10月にトンネル整備工事が開始され、翌年1月にトンネル両坑口から掘削が始まり、24時間連続作業の結果、2003年4月14日に貫通した。

地中深く貫く長大トンネルの設計段階には、予定ルート付近の地表地質踏査とトンネル部の垂直・水平ボーリングが実施され、かつ掘削中に水平ボーリングも追加され、詳細な地質情報に基づいて掘進されるのが一般的である。ところが、今回のトンネルの整備工事に際しては、道路改良復旧事業のために短期間内の使用開始が急務であり、両坑口付近における少数の短い垂直ボーリング及び水平ボーリングが掘削されただけで、長いボーリングや先進ボーリングは実施されなかった。坑口付近の短いボーリングと地質調査所(現地質調査総合センター)発行の5万分の1地質図新島(一色, 1987)を参考にして地質縦断面想定図が作成された。

筆者らは、トンネル掘削中に東京都大島支庁新

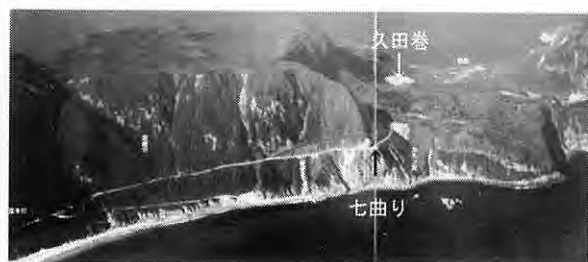


第1図 新島にある二つの集落と2本のトンネル部(破線)、本図は国土地理院発行の5万分の1地形図「新島」(1991年修正)に一部加筆した。

島出張所道路復旧工事担当係(以下工事担当係と略す)から、掘削最前線である切羽の地質試料の

1) 産総研 深部地質環境研究センター

キーワード: 伊豆新島, トンネル, 道路改良復旧事業, 貫通, 単成火山, 流紋岩



第2図 宮塚山東山腹に沿う都道。東京都大島支庁土木課(1987)に一部加筆。七曲り山側の実線は新島トンネル。赤崎沢北側の宮塚山は中央部のやや低まった大きな溶岩円頂丘であり、新しいトンネルはこの円頂丘をほぼ南北に貫く。



第3図 崖錐に覆われた吹上の坂の廃棄道路(2002年10月25日撮影)。遠景の峠、七曲り右(海)側は黒曜石質の羽伏磯溶岩、その左は山側へ傾斜する宮塚山火砕物。

送付と試料の直接採取の機会を頂いた。各試料の解析結果に基づく最新の地質情報を工事担当係へ速やかに提供したために、想定地質との違いで困惑気味にあった工事関係者は、余裕を持って掘進することができた。その結果、関係者らによる地学への理解と筆者らの評価につながった。トンネル部の地質は、坑口部分を除き着工前の想定内容とは大きく異なり、新しい知見が得られたので以下に詳しく紹介する。

2. 新島におけるトンネル整備工事の概要

太平洋上に点在する伊豆諸島中の新島は北から3番目の有人島である。本島は南北11km、東西2-3kmの細長い火山島で、面積は22.8km²である。

新島の中部にある本村に2,100人強と北部の若郷に400人弱の島民が生活し(第1図)、陸路はトンネル区間を含む一般都道若郷新島港線(第211号新島本道)で結ばれている(第1, 2図)。延長11kmの都道は、新島最大の難所である七曲り(第2, 3図)を経由するために、幾多の難工事を強いられてきた。伊豆諸島最長739mの新島トンネル(第1, 2図参照)は1987年12月に着工し、1990年8月末に完成して以来二つの集落の往来に利用されている。

2000年7月15日発生の新島近海地震M6.3によって、若郷木戸坂(第1図参照)の周辺では、地割れや亀裂による全半壊被害に見舞われた。また、新島中北部にある新島山・阿土山・宮塚山等の単成火山群の

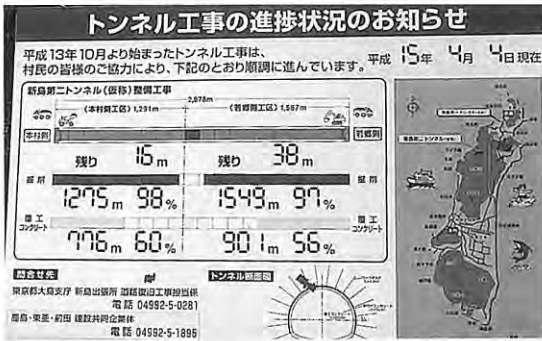
山腹では崩壊が多発した(磯部, 2000)。

そこで、木戸坂のヘヤピン区間を廃道にし、若郷トンネル(第1表の仮称新島第一トンネルで長さ413m)によって台地端を貫通することになった。さらに、宮塚山東側の都道沿いでは、崩壊落石による土砂災害の危険性がより一層増したため、恒久対策として新島トンネルに代わる平成新島トンネル(同表の仮称新島第二トンネルで島嶼部最長となる2,878m)が計画された。

短い若郷トンネルは早くも2002年8月に貫通し

第1表 新トンネル計画の概要(東京都大島支庁新島出張所提供の資料)。正式名称は工事開始後に決定。

仮称	新島第一トンネル	新島第二トンネル
正式名称	若郷トンネル	平成新島トンネル
道路規格	第3種4級	第3種4級
設計速度	V=30km/h	V=30km/h
事業延長	L=637m	L=3,282.8m
トンネル部延長	413.0m	2,878.0m
取付道路延長:		
集落側	56.0m	若郷側: 340.0m
漁港側	168.0m	本村側: 64.8m
幅員構成:		
車道	3.25m×2	3.25m×2
歩道	2.00m×1(海側)	—
監査廊	0.75m×1(山側)	0.75m×2
線形:最小曲線半径	R=160m(クロノイド)	R=280m(クロソイド)
縦断勾配	7%	1.75%
横断勾配	1.5%	1.5%
トンネル等級	等級区分D等級	等級区分B等級
施工方法	NATM工法 (上半先進ベンチカット工法 [機械掘削])	NATM工法 (補助ベンチ付き全断面工法 [爆破掘削])



第4図 本村側工区坑口都道脇に設置された進捗状況掲示板。

た、第4図の掲示板にある通り、平成新島トンネルの掘削も進捗し、表示の10日後の2003年4月14日に貫通した。4カ月後の8月までにトンネル覆工コンクリート工事が終了し、2004年春の供用開始へ向け工事は最終段階に入っている。若郷トンネルは、若郷火山の火砕サージ堆積物(一色, 1987)の中をほぼ通過し、地質試料が未入手のため、以下では

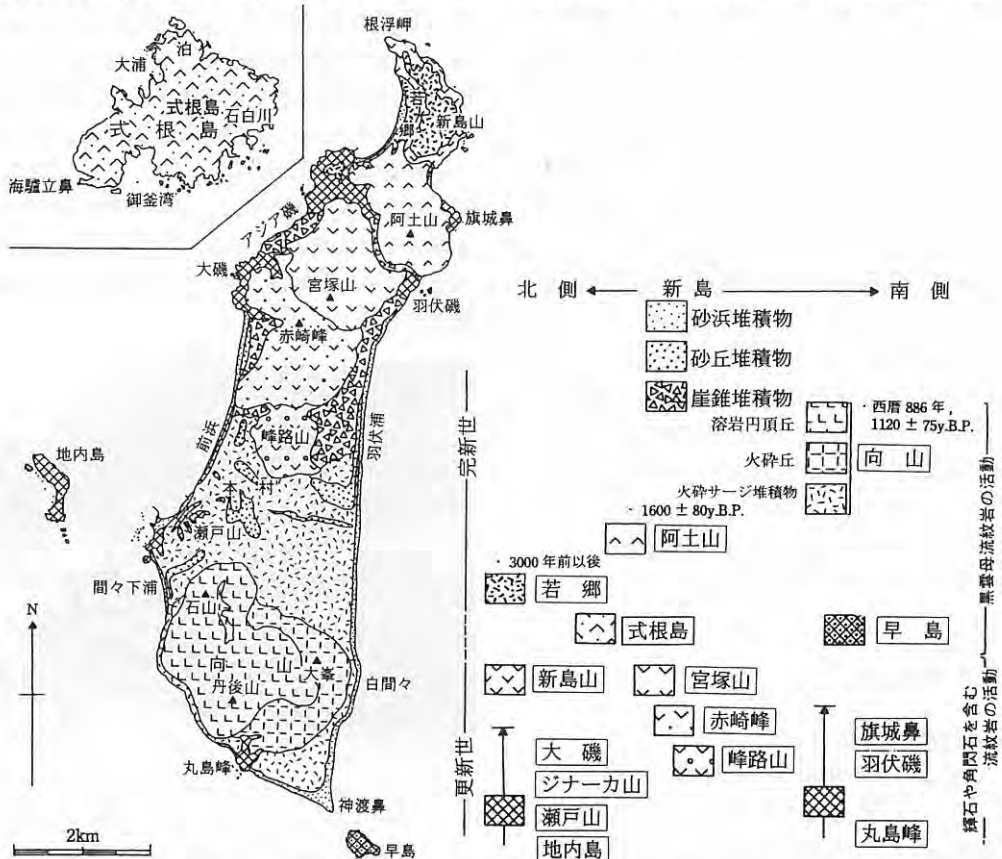
平成新島トンネルの工事を中心に紹介する。

3. 新島中北部の地形・地質の特徴

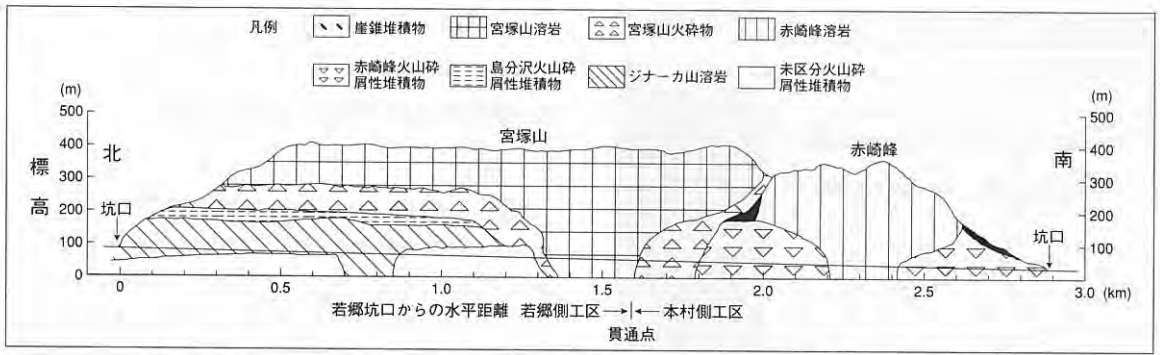
3.1 地形

南北に細長い新島は、最高峰の宮塚山(標高432m)を中心とする中北部の山地、西暦886年の最新噴火の向山(一色, 1973)を中心とする南部の山地に分けられる。両山地の接合部は北側に緩傾斜した台地をなし、宅地・耕作地・飛行場に利用されている(第1図参照)。この台地は、向山火山噴火初期の火砕サージ堆積物からなるサージ丘である。

中北部の山地は、8個以上の流紋岩の単成火山からなり、大小の溶岩円頂丘の集まりである。ただし、山地間の低まりに当たる若郷集落南部には、新島唯一の高アルミナ玄武岩質単成火山である若郷火山の残存部分が小規模な台地をなし、阿土山火山の噴出物によって薄く覆われる。淡井浦や阿



第5図 新島村のある新島・式根島の地質図、本図は一色(1987)を一部簡略化した北村ほか(2003)に加筆修正した。



第6図 掘削前における想定地質縦断面図[東京都大島支庁新島出張所(2001)を簡略化].

土山に面する本台地端には、阿土山火山に関連した火口状の地形が複数認められる。

3.2 地質

新島村のある新島・式根島の地質概略を第5図に示す。新島中北部には、この島で2番目に新しい阿土山火山とその直前に噴火した若郷火山(3,000年前以降)がある(一色・磯部, 1976)。その他の単成火山の詳しい形成年代は不明である。一般的には単成火山は火砕物の放出に始まり、溶岩の流出で終わるとされる。本島南部にあり最新の向山火山は火砕サージ堆積物、火砕丘及び円頂丘溶岩が、羽伏浦等の海食崖に露出する。一方、中北部では阿土山・宮塚山・赤崎峰火山のみ、火砕物の上に溶岩の重なる状態が観察できる。

円頂丘溶岩は流理構造や節理に富む結晶質部がその中心を占め、その上下が黒曜石質、さらにその外側が軽石質になっている。溶岩(岩相)に見られるこれらの特徴は地形断面によく反映されており、相対的に硬い結晶質部が直立壁をなし、黒曜石質部もそれに次ぐ急峻さを保ち、最も軟らかい軽石質部で緩傾斜ないし平頂となる。2000年7月の新島・神津島近海地震による山腹崩壊源の多くは、剥離しかかった軽石質部に集中した。

4. トンネル掘削結果

4.1 掘削前の地質想定

トンネル部延長2,878mの平成新島トンネルは若郷側工区1,587m、本村側工区1,291mに分けられる。掘削前のトンネル部地質の想定(第6図)によれば、標高80-90mの若郷側坑口(第15図参照)は

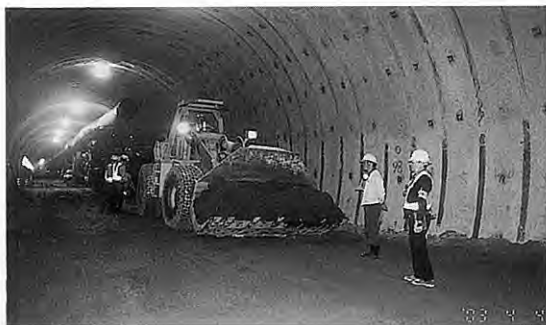
ジナーカ山火山溶岩(以下ではジナーカ山溶岩と略す)、標高30-40mの本村側坑口(第7図)は崖堆積物に被覆された赤崎峰火山碎屑性堆積物からなる。

若郷側工区では、ジナーカ山溶岩が55%以上を占め、宮塚山溶岩及び火砕物が20%弱、残りはジナーカ山溶岩直下にある未区分火山碎屑性堆積物からなる(第6図)。一方本村側工区では、赤崎峰火山碎屑性堆積物及び赤崎峰溶岩が85%弱を占め、火山碎屑性堆積物だけで67%を超える。残りは宮塚山火砕物及び溶岩からなり、貫通は宮塚山溶岩に少々入った地点に想定された。

第6図の大きな特徴は、ジナーカ山・赤崎峰・宮塚山の3単成火山ともに、太い火道を満たした溶岩を図示している点である。筆者らの関心の一つには、これらの火道部がトンネル掘進中にどの様に見えるのかにあった。



第7図 崖堆積物下に開けられた平成新島トンネルの南坑口(2002年6月15日撮影)。遠景は赤崎沢南方の山腹崩壊源。送風のための太い円管は、切羽直前まで伸びる。



第8図 貫通直前のトンネル工事風景。トンネルは本村側へ勾配1.75%で下る。覆工前の壁面には1m間隔の鉄棒と放射状に打設されたロックボルト、シヨベルカーの背後には円管がそれぞれ見える。



第9図 若郷側切羽写真1. 坑口から1,140mの宮塚山溶岩黒曜石質部分(W8-2)。第9図と第11, 12図は新島出張所工事担当係提供の写真。切羽の最大幅は約14m。

4.2 試料の入手と解釈

筆者らは、切羽での地質観察と試料の採取のために、若郷側工区で2002年10月23日、2003年2月6日及び4月4日(貫通直前)の計3回、本村側工区で2002年6月15日に上述の3回を加えた計4回入坑することができた(第2表参照)。入坑時(第8図)には、爆破・掘削作業の停止措置が一時的に取られ、工事関係者らとともに安全に十分注意しつつ切羽に近づいた。

さらに、数度の入坑分を大幅に補完するために地質試料の送付を工事担当係から頻繁に受けた。入手した試料の整理のために、若郷側坑口から内部へW0～W11、本村側坑口からH1～H11のよう

に採取年月日順に記号を付し、試料名とした(第2表)。以下では、H2に相当する試料は未入手のために省略し、複数試料入手のH6・H8・H9・H10は代表的なものを紹介する。

実体顕微鏡と岩石顕微鏡による観察結果に基づく岩相、斑晶鉱物、火山名を第2表に示す。流紋岩質試料は砂礫質の火山砕屑性堆積物、黒曜石質溶岩と結晶質溶岩からなり、すべての試料には無色鉱物の石英・斜長石が含まれ、正長石を欠く。有色鉱物の含有状態によって、斑晶として角閃石を含む試料は赤崎峰火山、角閃石を含む試料は檜山火山(仮称)とジナーカ山火山、黒雲母と少量の角閃石を含む試料は宮塚山火山の噴出物とそれぞれみなした。ただし、上述した角閃石は一色(1987)によってカミングトン閃石とされたものである。

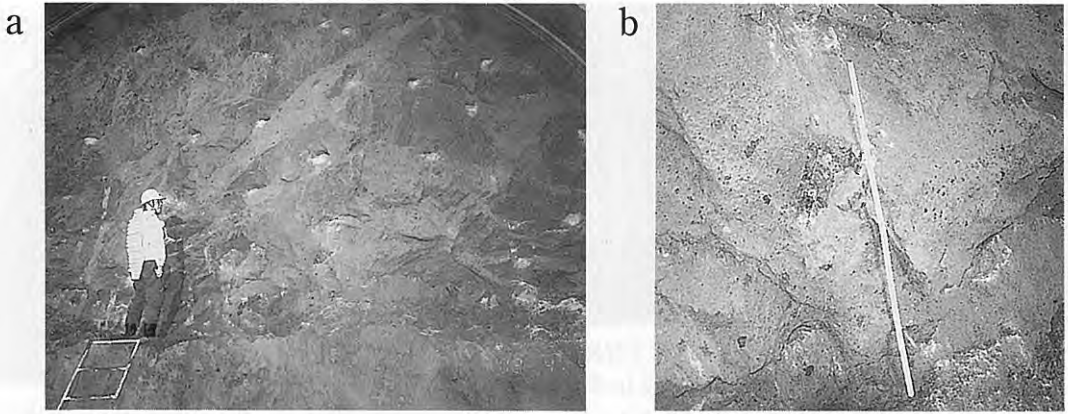
第2表 平成新島トンネル試料の総括表。黒丸付きの試料名は筆者らの入坑採取試料。

試料名	採取年月日	坑口からの距離(m)	岩相	斑晶鉱物	火山名
W0	2002.3.4	65	結晶質溶岩	斜長石・石英・角閃石	ジナーカ山火山
W1	8.15	430	"	"	"
W2	8.9	609	火砕物(450"から)	斜長石・石英・黒雲母(紫蘇輝石)	宮塚山火山
W3	9.3	675	黒曜石質溶岩(660"から)	"	"
W4	9.26	763	"	斜長石・石英・黒雲母(角閃石ごく僅か)	"
●W5	10.23	870	"	"	"
W6	11.1	956	結晶質溶岩	斜長石・石英・黒雲母	"
W7	11.19	986	黒曜石質溶岩	斜長石・石英・黒雲母(角閃石)	"
W8-1	12.16	1,090	"(風化変質)	斜長石・石英	"
W8-2	12.24	1,140	"	斜長石・石英・黒雲母(極少量角閃石)	"
●W9	2003.2.6	1,270	"	斜長石・石英・黒雲母	"
W10	3.3	1,391	"	"	"
●W11	4.4	1,549	火砕物(1,440"から)	"	"
●H11	4.4	1,275	火砕物	斜長石・石英・黒雲母	宮塚山火山
H10	2.13	1,094	火砕物(1,091"から)	"	"
●H9-2	2.6	1,066	結晶質溶岩	斜長石・石英・角閃石	檜山火山
H9-1	2003.1.2	1,010	"	"	"
H8-3	12.24	960	結晶質溶岩(破砕)	"	"
H8-2	12.9	910	"(赤色)	"	"
H8-1	11.29	870	"(赤色)	"	"
H7	11.18	830	結晶質溶岩	"	"
H6-2	11.12	808	"	"	"
H6-1	11.1	785	黒曜石質溶岩(780"から)	"	"
●H5	10.23	750	火砕物	斜長石・石英	赤崎峰火山
H4	9.26	685	"	"	"
H3	9.3	596	"	斜長石・石英・角閃石(一部紫蘇輝石)	"
●H1	2002.6.15	335	"	斜長石・石英・角閃石	"

W: 若郷側工区 H: 本村側工区

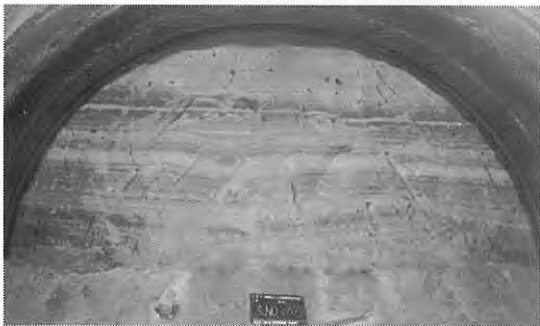
4.3 切羽写真の紹介と地質の急変状況

若郷側工区と本村側工区の切羽での露頭写真を2枚ずつ紹介する。若郷側切羽の多くで見られた宮塚山溶岩黒曜石質部分は、掘削・破砕されると白っぽく見える(第9図)。やや赤味を帯びた宮塚山火砕物は大きな上載圧のためにより縮まり、黒曜石質の流紋岩角



第10図 若郷側切羽写真2. 坑口から1,549mの宮塚山火砕物(W11).

a:全体 多くの孔は入坑直前の爆破作業を物語る. b:近接 スケールの長さは1m.



第11図 本村側切羽写真1. 坑口から600mの赤崎峰火砕サージ堆積物.



第12図 本村側切羽写真2. 坑口から1,010mの檜山溶岩結晶質部分(H9-1).

礫を所々に挟む(第10図). 次に, 本村側切羽で見られた赤崎峰火山砕屑性堆積物は火砕サージ堆積物の特徴を示し, 切羽の所々に流紋岩質の角礫を挟む(第11図). 檜山溶岩(仮称)結晶質部分は, 酸化による赤色部や破碎部を伴い, 節理が発達するためにブロック状に掘削される(第12図).

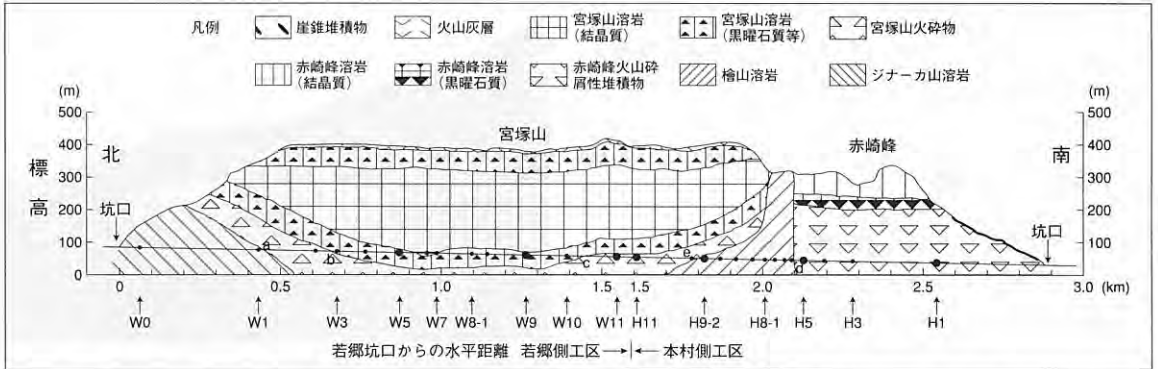
5地点(第2表のa-e)における地質変化を工事担当係提供の資料に基づいて紹介する. 若郷側坑口から450mの切羽a(第13図参照)では火砕物が右肩から, 同660mの切羽bでは溶岩が右肩から, 同1,440mの切羽cでは火砕物が右下からそれぞれ出現した. 切羽aで火砕物がトンネルの右肩から現れたことは, 火砕物の底面(溶岩の上面)が水平でなく, 右側へ傾斜していることを示す. 一方, 本村側坑口から780mの切羽dでは火砕物から溶岩へ急変し, 790-800mの切羽では左(山)側に少量の湧水があった. 同1,091mの切羽eでは, 火砕物が右肩から出現した. なお, トンネル部の掘削全体を通

じて湧水は少なく, 工事への著しい支障にはならなかった.

4.4 トンネル部の地質

トンネル上の地形断面に切羽での地質情報を加えて作成されたのが, 掘削後の地質縦断面図である(第13図). 水平距離は若郷側坑口を起点に本村側へ取り, 垂直と水平の縮尺は同じにしてある. トンネル部の実線は, 車道中央部を結んだものである.

トンネル掘削前の地質縦断面想定図(第6図)と掘削後の地質縦断面図(第13図)を比較すると, 両坑口付近の地質は一致するが, 内部へ進むにつれて大きく異なるようになる. ジナーカ山溶岩を覆う島分沢火山砕屑性堆積物は, 現地で未確認のために第13図では省略されている. ジナーカ山溶岩直下にあるとされた未区分火山砕屑性堆積物と赤崎



第13図 掘削結果に基づく地質縦断面図。トンネル部(実線上)の小さな黒点はW0(矢印付)等の地質試料の採取された地点、大きな黒点はW5等の筆者らの入坑採取した地点をそれぞれ示す。トンネル部のa-eは地質変化の記載された地点。凡例にある宮塚山溶岩(黒曜石質等)は、厚い結晶質部の上下が黒曜石質、さらにその外側では軽石質ないし岩塊質になる。

峰溶岩はトンネル内では認められない。宮塚山火砕物に覆われるように榎山溶岩が約0.3kmの区間に現れた。さらに、トンネルの半分近くを宮塚山溶岩及び火砕物が占め、しかも宮塚山溶岩の厚さが350mに達し、かつ結晶質の部分の厚いことが明らかになった。また、赤崎峰火山碎屑性堆積物も厚く、赤崎峰溶岩はその上に載るだけで、火道部は確認されなかった。なお、榎山溶岩は宮塚山と赤崎峰の境界にある赤崎沢の南側に独立した山体を構成し、津屋(1938)は赤崎峰より古い火山のジナーカ山溶岩とした。しかし、本溶岩は赤崎峰溶岩と鉱物組成が近似し、一色(1987)は赤崎峰火山に含めている。

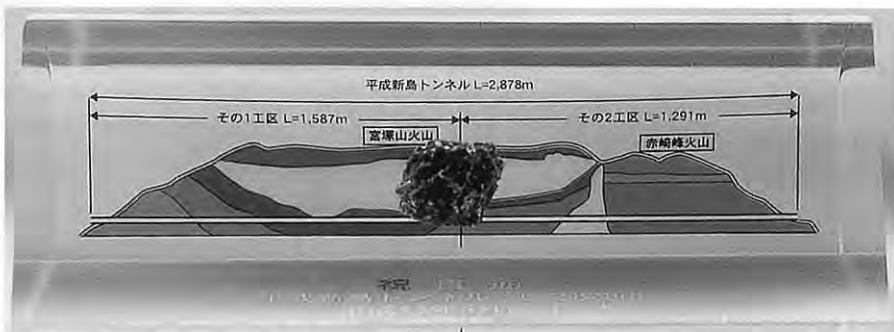
4.5 溶岩と火砕物の出現状況

固結塊状の溶岩と未固結の火山碎屑性堆積物とでは、掘削方法が大きく異なる。本節では、トンネル掘削結果を概観するために溶岩と火砕物の出現状況を紹介する。

第3表 掘削前後における溶岩と火砕物の工区別出現率。

工区	出現率 (%)	
	溶岩	火砕物
想定	若郷側	71
	本村側	19
	全体	48
結果	若郷側	78
	本村側	23
	全体	54

トンネル部における掘削前の想定(第6図)と掘削の結果(第13図)について、それらの出現状況を示したのが第3表である。掘削前後ともに、若郷側工区では溶岩、本村側工区では火砕物がそれぞれ70%以上の高率を占め、ほぼ想定通りの出現となった。詳しく見ると、若郷側では掘削後に溶岩が想定より7%増加したのに対し、本村側では火砕物が逆に4%減少した。そして、トンネル部全体としては、溶岩が火砕物より4%少なく想定されていたものが、実際には8%も多くなっていた。平成新島トンネルは溶岩の部分をも54%以上掘削したにもかか



第14図 貫通の記念品。中央の貫通石は宮塚山火砕物中の長径15mmの黒曜石質礫。

ならず、貫通地点は想定された溶岩ではなく火砕物となり、貫通石はその中に含まれる黒曜石質礫を選ばざるを得なかった(第14図)。

5. 掘削に伴う話題

5.1 入坑直後での地質予想的中例

若郷側工区では3回入坑し、宮塚山溶岩の黒曜石質部を観察した。なお、同溶岩の結晶質部はW6の試料のみ確認できた。一方、本村側工区ではその後半まで掘り進んだ段階で、地質状況の変化しそうな時期にあわせて訪島した。すなわち、2002年10月23日(H5)及び2003年2月6日(H9-2)に切羽を観察した結果、訪島直前に入手した試料と同様の地質状況下にあったが、2002年10月には赤崎沢南側の独立した山体により接近し、翌年2月には割れ目の多くやや風化した溶岩に変化していたために、その急変の可能性の大きいことや局所的な湧水への注意を工事担当係へ伝えた後に離島した。入坑してから7日以内に地質が予想通り急変したとの連絡を受けた。すなわち、前者の場合赤崎峰火山碎屑性堆積物から黒曜石質の檜山溶岩、後者の場合は結晶質の檜山溶岩から宮塚山火砕物へそれぞれ急変したものである。最初は偶然的中例であると工事関係者は思われたようであるが、再度も予想が的中したために、専門家の予想の正確さに感心されたとのことであった。ちなみに2003年5月吉日の貫通石入りの記念品には、筆者らの暫定的に作成した地質縦断面図を移写した図面がその背景に使われていた(第14図)。

5.2 トンネル掘削残土の利用

2本のトンネル掘削に伴う大量の残土は、2カ所を中心に処理された。すなわち、若郷トンネルからの黒い残土は、平成新島トンネルの若郷工区分とあわせて坑口前面に広がる久田巻の火口(凹地)に盛土された(第15図)。工事前の凹地は農業用団地として使われていたが、盛土上に肥沃な耕作土を再度被覆した後、団地利用者へ返還される予定である。

一方、本村側工区からの白い砂質の残土は、大型車で新島港まで運ばれ、埋立に利用された。第16図には、既にコンクリート壁で仕切られていた海



第15図 掘削残土の処理に使われた久田巻の火口と若郷側坑口(2002年10月26日撮影)。本火口は阿土山火山活動によって形成され、新島で最も典型的な火口である。



第16図 埋立開始3ヵ月後の状況。灯台の位置は、第1図の岸壁に対応。水平線上の三角形の島は、最近活火山と認定された利島。



第17図 埋立完了目前の新島港(2002年10月24日撮影)。手前の白い建物付近は、1930年代前半には海であった。

水面がゴミ・木屑を含まない均質の残土によって急速に埋め立てられる状況を示す。かつて前浜南端の新島(黒根)港周辺では、築港に伴う砂移動の変化のために砂浜が徐々に形成されたが(磯部、

1980), 今回のトンネル工事の副産物として小さな陸地が半年足らずで拡大した(第17図)。なお, 本村側工区後半の砂礫質の残土は, 埋立完了に伴って新島空港近くの空き地まで運ばれた。

6. おわりに

多くの長大トンネル工事では, 先行実施の水平ボーリングや長い垂直ボーリング結果に基づいて掘削計画が立案される, ところが, 道路改良復旧事業による平成新島トンネルは緊急性が高かったために, 工期を極端に短くするために詳細なボーリング調査が未実施のままに掘削された。今回, 筆者らは数度も入坑する機会に恵まれ, 切羽における地質観察や試料採取も行うことができた。トンネル部の地質は, 地表調査結果による地質図を参考にした想定内容とは大幅に異なり, 工事関係者を困惑させた。筆者らは地質予想を入坑直後に2回行い何れもの中させ, 工事関係者から高い評価を得た。

我が国の島嶼部最長2,878mとなるトンネルは, ジナーカ山・宮塚山・檜山・赤崎峰の単成火山を串刺し状に貫通し, この中で檜山火山は工事直前の地表調査に基づく地質の想定から欠落していたものである。1本だけのトンネル掘削結果ではあるが, 宮塚山溶岩の厚さは350mに達し, かつ結晶質の部分が厚いこと等の知見が得られた。

今後, 入手試料について岩石学的解析等を進め, 檜山火山の実体を明らかにするとともに, 貴重な試料に関する情報発信に努めたい。

謝辞: 本稿を作成するに当たり, 東京都大島支庁新島出張所道路復旧工事担当係からは, トンネル

切羽の地質試料の送付と試料の直接採取の便宜を頂き, 新島村役場には大島支庁新島出張所との連絡調整をお願いした。さらに, 一色直記博士には粗稿並びに新島の地質に関する貴重なご指摘を, 新島村博物館並びに有田正史・須藤定久両博士には現地調査の機会をそれぞれ頂戴した。以上の多くの方々に, 記して謝意を表します。

トンネル整備工事の近況報告: 若郷トンネル(新島第一トンネル)の開通式典は, 2003年12月18日に若郷側坑口の会場にて東京都建設局道路監を始め関係者ら約260人の出席の下に行われた。

参考文献

- 北村 武・有田正史・磯部一洋・須藤定久(2003): 新島・式根島の白い砂。地質ニュース, no.582, 19-35。
 一色直記(1973): 伊豆新島向山火山の¹⁴C年代。火山, 第2集, vol.18, 169-170。
 一色直記(1987): 新島地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。地質調査所, 85p。
 一色直記・磯部一洋(1976): 伊豆新島付近で起った高アルミナ玄武岩の活動年代と様式(演旨)。火山, 第2集, vol.21, 213。
 磯部一洋(1980): 伊豆新島前浜海岸における最近の顕著な侵食と堆積について。地質調査所月報, vol.31, 489-509。
 磯部一洋(2000): 2000年伊豆諸島地震災害を新島に観る。地質ニュース, no.554, 5-16。
 東京都大島支庁土木課(1987): 新島トンネル—安全で快適な道路をめざして—。10p。
 東京都大島支庁新島出張所(2001): 新島の新しい動脈となる 新島第一トンネル(仮称)新島第二トンネル(仮称)。6p。
 津屋弘達(1938): 伊豆七島新島の火山。地震研究所彙報, vol.16, 171-200。

ISOBE Ichiyo and ITOH Jun'ichi (2003): Report on a long tunnel excavated at Nijima volcano in the northern part of Izu islands, central Japan.

<受付: 2003年10月20日>