

佐久間 唯之

SAKUMA Tadashi

株式会社片平新日本技研
技術管理部
課長



はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、直接の被災地である東北地方と関東地方の一部のみならず日本中を巻き込み、さらに世界にも影響を与える未曾有の大災害となりました。この震災では道路が人的支援や物資輸送の緊急道路として機能した他、津波からの避難場所や津波浸水の拡大防止にも寄与するなど、副次的な防災機能も発揮しました。

一方、巨大津波に襲われた太平洋沿岸地域（青森県、岩手県、宮城県、福島県）には格子状骨格道路ネットワークを構成する主要な道路が計画されていますが、厳しい財政状況のため、一部区間の開通にとどまっています。地域の暮らしを守るため、平時には暮らしを支え（医療サービス、産業、観光）、災害時には命を守る（避難、救命救急、復旧）機能を持った道路が必要であり、早期の全線整備が求められています。

このような状況を踏まえて事業化されたのが、東日本大震災からの復興に向けたリーディングプロジェクト「復興道路」です。このうち、当社が担当した三陸沿岸道路（田老～普代）における事業促進PPP（パブリック・プライベート・パートナー

シップ：官民連携）の代表的な取り組みを紹介いたします。

取り組み内容と目的

平成26年4月25日、三陸沿岸道路における平成29年度の開通を予定する事業として、山田IC～宮古南IC間の14kmと、田老北（仮称）IC～岩泉龍泉洞IC間の6kmの計20kmが公表されました。公表後は供用目標の厳守が最大の使命であり、これまで以上に事業の円滑な推進が重要になりました。このような状況の中、三陸沿岸道路事業を含む復興事業によって宮古地区の建設資材は非常に逼迫し、特に骨材

に関しては三陸沿岸道路の供用を左右することから、需要量の確保可能な状況を整備しておく必要がありました。そこで、これまでも検討されてきた建設工事から副次的に発生する、トンネル掘削岩の舗装下層路盤材への活用の実現性を改めて検討しました。

トンネル掘削岩の概要

● 岩の性質

宮古地区における各トンネルから発生する岩質は、主に花崗岩と安山岩でした。花崗岩は表1～3に示すとおり、石英・長石・雲母を主成分とする酸性の深成岩であり、一般的に

表1 岩鉱物の特性

肉眼による観察	色	無色鉱物		有色鉱物			
		石英	長石	雲母	角閃石	輝石	カンラン石
色	無色	白色	白色・黒色	黒褐色	緑色	オリーブ色	
硬度	7	6	2～3	5～6	5～6	6.5～7	
形	六角柱状	柱状	平板状	長柱状	短柱状	粒状	

表2 火成岩の分類

石英の量	(多い) 酸性岩	← → 中性岩	(少ない) 塩基性岩
火山岩	流紋岩	安山岩	玄武岩
半深成岩	石英斑岩	ヒン岩	輝緑岩
深成岩	花崗岩	閃緑岩	斑レイ岩
造岩鉱物	無色鉱物	石英	長石
	有色鉱物	雲母	角閃石、輝石、カンラン石
色	淡灰色	← →	暗黒色
比重	約2.7	← →	約3.2

表3 石材の性質

種類	比重	強度 (kgf/cm ²)				ヤング係数 (t/cm ²)	吸水率 (%)	耐熱度 (°C)	熱伝導率 (kcal/mh°C)	熱膨張率
		圧縮	曲げ	引張	せん断					
花崗岩	2.65	1,500	140	55	180～210	520	0.35	570	1.8	7
安山岩	2.5	1,000	85	45	280	—	2.5	1,000	1.5	8
凝灰岩 (軟)	1.5	90	35	8	—	—	17.2	1,000	0.7	8
砂岩 (軟)	2	450	70	25	—	170	11	1,000	0.7	8
粘板岩	2.7	700	700	—	7～30	680	—	1,000	—	—
大理石	2.7	1,200	110	55	—	770	0.3	600	2	7
軽石 (軟)	2.7	500	—	—	—	310	0.5～5.0	600	1.8	5
コンクリート	2.3	150～250	18～50	12～25	40～60	210	—	—	1.8	7.6

表4 舗装材としての適性評価

評価項目		花崗岩	安山岩	備考
生産性	機械損耗度	△ (高)	○ (低)	ヒアリング結果より
	すりへり減量	○ (小)	—	材料試験結果より
材料特性	粒度	○	—	材料試験結果より
	耐熱	△ (低)	○ (低)	簡易加熱試験結果より
施工性	転圧 (沈下)	× (収束しない)	—	現場試験施工結果より

は非常に硬く、耐久性や耐摩耗性に優れるものの耐火性に弱く、鉄分を含むため酸化すると酸化鉄（錆）が発生するとされています。一方、安山岩は表1～3に示すとおり、長石・角閃石を主成分とする中性の火山岩

であり、一般的に耐久性や耐火性は花崗岩よりも優れるとされています。

● 舗装材としての適性

舗装材としての適性は表4のとおり、花崗岩は低いと考えられる一方で、安山岩は、この時点では情報不

足ではあったものの、花崗岩に比べて高い可能性が考えられました。

材料品質に対する調査及び適性

● 材料試験

トンネル掘削岩の舗装下層路盤材への活用を目標としているため、極力発生材に手を加えること無く使用できればコスト抑制にも繋がると考え、プラントで製造される碎石（C-40）の粒度範囲に収まるような現場破碎をイメージして、図1に示す破碎方法別の安山岩を試験材料としました。なお、材料試験は、国土交通省東北地方整備局東北技術

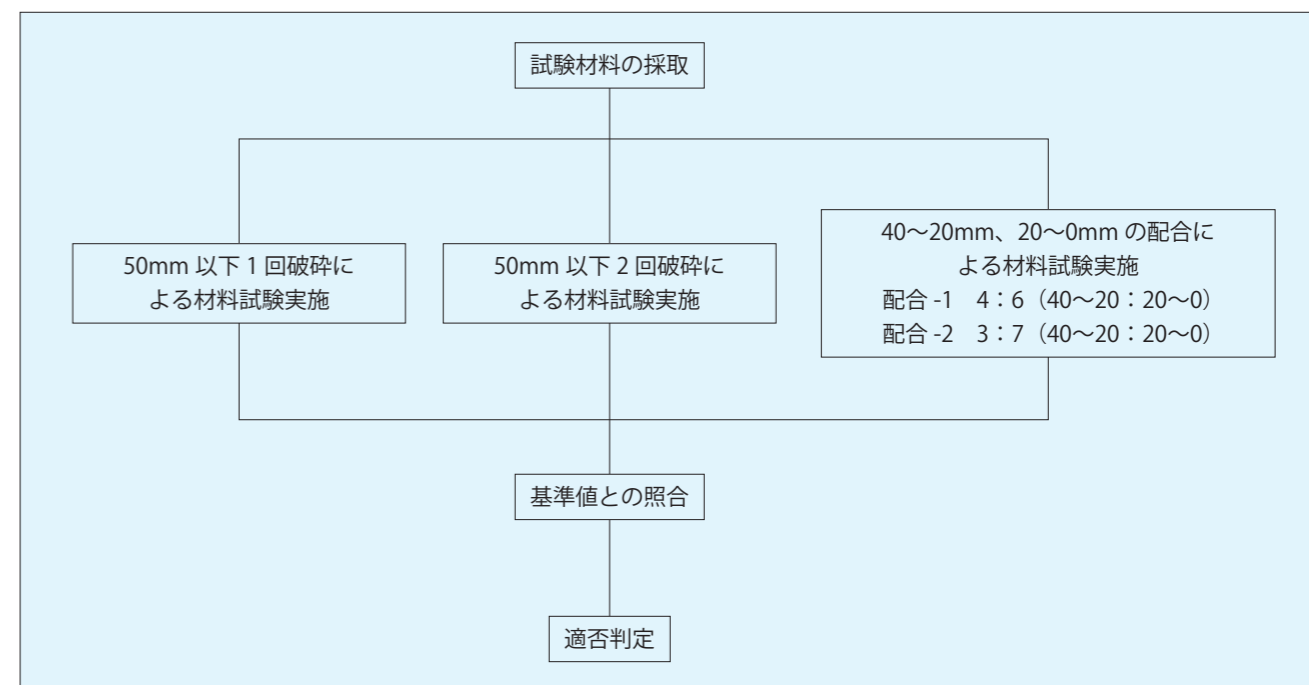


図1 試験計画 (実施フロー)

事務所の協力により実施しました。

その結果、いずれの破碎方法でも試験項目をクリアする中で、ふるい分け試験（粒度範囲）だけが次のような結果となりました。まずは、粒径50mm以下を目標として1回破碎した材料は、図2に示すとおり、碎石(C-40)の粒度範囲を下限側に大きく下回り、次の2回破碎した材料も図3に示すとおり、若干の改善はあったものの、依然として碎石(C-40)の粒度範囲を下限側に下回る結果でした。しかしながら、この結果は、使用した材料が硬いことを意味し、使用に対して不適ではなく、むしろ何らかの方策を講じることで活用可能であったため、次の材料に期待が持てました。その結果、粒径40～20mmと20～0mmの二つの配合比率(4:6と3:7)の材料については、図4に示すとおり、いずれの配合も碎石(C-40)の粒度範囲内に収まり、安山岩は碎石(C-40)相当として使用できることがわかりました。しかし、現場でのこのような粒度組成が可能かどうか、次の課題として残りました。

● 現場施工試験

材料試験結果に基づき、現場の各種施工条件を把握するために粒径40～20mmと20～0mmを3:7の配合比率で混合した材料（より粒度範囲の中央に近い配合）を用いて、表5に示す条件で現場施工試験を実施しました（写真1）。その結果、現場密度は一部材料の偏りと思われる結果もありましたが、8回転圧及び10回転圧共に現場密度の規定値の93.0%を概ね満足しました。たわみ量も、8回転圧及び10回転圧共に許容値の3.0mmを大きく下回る結果が得られ、特に問題ないと確認できました。

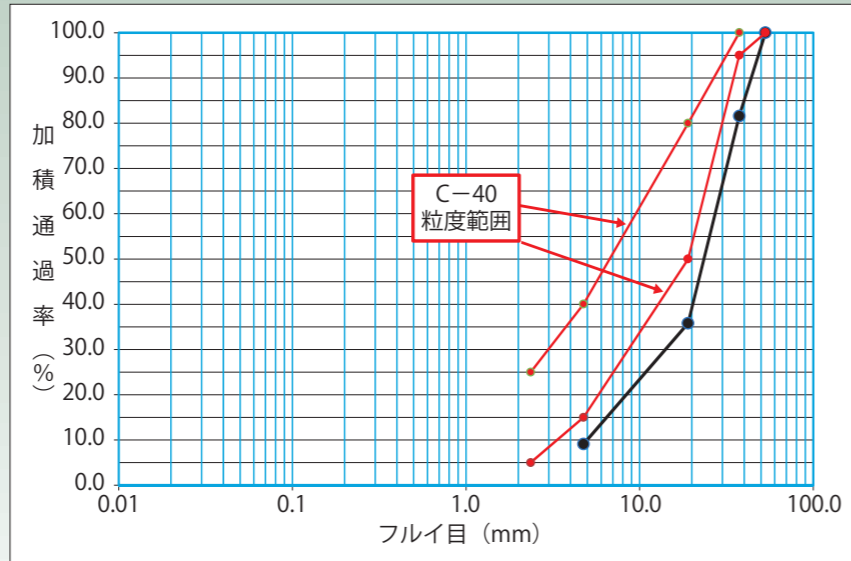


図2 粒度範囲（50mm以下1回破碎）

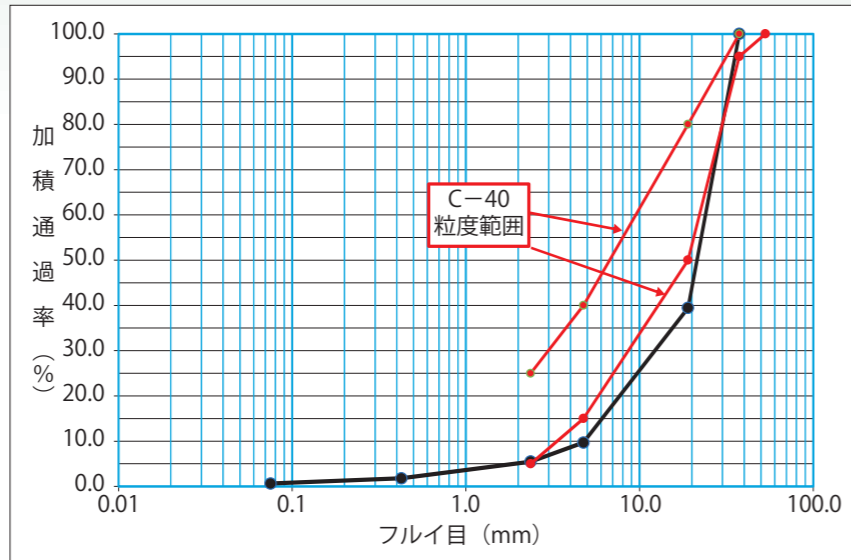


図3 粒度範囲（50mm以下2回破碎）

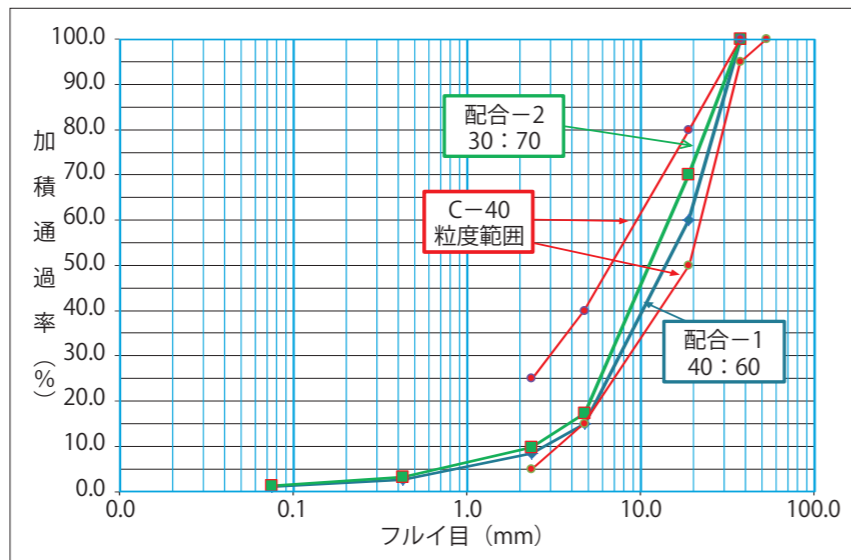


図4 粒度範囲（40～20mm、20～0mmの配合）

表5 転圧条件

機種	工区		摘要
	A	B	
モーターグレーダー	敷均し厚 21cm (仕上厚20cm+余盛り1cm)		敷均し
タイヤローラ15t	2回以上		仮転圧
マカダムローラ	4回		一次転圧
タイヤローラ15t	10	8	二次転圧

● 適性評価

前述の材料試験及び現場施工試験結果を総合的に勘案し、安山岩は粒径40～20mmと20～0mmを3:7の比率で配合すれば、碎石(C-40)相当として活用できると判断しました。

品質確保に向けた ストックマネジメント

前述の適性評価において、安山岩は碎石(C-40)相当として活用できると判断しましたが、トンネル工事から掘削岩（安山岩）が発生する時期と舗装下層路盤材として使用する時期は、事業工程上タイミングが



① 20～0mmをバケツで計量（2杯）

② 1杯目を混合場所に移す



③ 2杯目を混合場所に移す

④ 40～20mmをバケツで計量（1杯）



⑤ 計量確認

⑥ 混合

写真1 現場配合状況

合わないことから、現場で生産した路盤材を必要な時期までストックしておく必要があり、この品質をどのように確保するかが課題となりました。

そこで、民間採石製造業者及び文献等による調査結果を踏まえ、トンネル掘削岩を舗装下層路盤材として長期保管を行う場合は、掘削岩は一次破碎にとどめ、下層路盤材としてのストックは短期が望ましいと判断しました。

活用による事業効果

トンネル掘削で発生する全量を舗装下層路盤材として活用する単価と、船便による購入材の単価を比較した結果、前者は後者よりも約5割のコスト削減が可能と確認できました。また、岩手県から報告された宮古地区（国、県、市町村）における碎石の需給動向をもとに、安山岩の舗装下層路盤材への活用に伴う民間採石プラントに対する寄与率を試算してみたところ、約2割程度可能と判断され、社会的影響の低減にも繋がると考えられました。

おわりに

本検討は、検討当時の碎石の需給動向がその後も逼迫すると予想されていたことから、民間採石プラントとの負担軽減、舗装種別（コンクリート舗装→アスファルト舗装）の変更対応、民間採石プラントへの資源提供を目的として実施しました。最終的には民間採石プラントからの供給が可能となり、実現しませんでした。民間採石プラントの不安定な供給に対するリスクマネジメントの一環として有用な検討だったと考えています。なお、トンネル掘削岩（安山岩）のストック材は、その後、他事業に流用して有効に活用しました。