

## 第 72 回(山岳)施工体験発表会発表論文概要

テーマ:「課題克服に取り組んだ工事—周辺環境への配慮、創意工夫、効率化—」

開催日:平成 25 年 6 月 25 日(火)開催

開催場所:虎ノ門発明会館「地下ホール」

発表予定時間 10 : 05-10 : 35

### 島尻泥岩における重要構造物直下のトンネル施工 —豊見城トンネル(下り線)工事—

假屋 謙一\*<sup>1</sup> 古宮 正勝\*<sup>2</sup> 柳森 豊 \*<sup>3</sup> 松藤 孝弥\*<sup>4</sup>

(概要) 豊見城トンネルは、2×2車線の高速道路トンネルであり、既に供用されている上り線に続き、山岳トンネル下り線L=1,066mのうち今回L=742.5mを施工した。本トンネルの掘削対象となる島尻泥岩は、大気にさらされたり、自由水と接触するとスレーキングによる粘土化や吸水膨張による強度低下を起こす地質である。トンネル直上には医療施設の貯水槽が存在し、土被り 20mにて通過するに当たり、トンネル掘削による構造物への影響を予測したところ、沈下量、傾斜角ともに管理目標値を上回る結果となった。このため対策工として、「長尺フォアパイリング」、「仮インバートによる早期閉合」、「鏡吹付けコンクリート」を選定し、施工に必要な種々の詳細計画を策定し、綿密な挙動監視のもと、慎重に施工を進めた。その結果、相対沈下及び傾斜を最小限に抑えることができた。本稿は、この重構造物直下における、事前予測の手法、対策工選定、施工時の計測結果より対策工の効果の検証を行い、報告するものである。

キーワード : 島尻泥岩, 貯水槽直下, 早期閉合, 小土被り, 地表面沈下対策

発表予定時間 10 : 35-11 : 05

### 重要構造物と近接する山岳トンネルの施工 —さがみ縦貫愛川トンネル(その2)工事—

中島 浩\*<sup>1</sup>、関谷 光昭\*<sup>2</sup>

(概要) さがみ縦貫道路は神奈川県茅ヶ崎西久保から相模原市緑区川尻を結ぶ、圏央道の一部を構成し、神奈川県愛甲郡愛川町中津から神奈川県相模原市緑区川尻までの延長約 12.4km の自動車専用道路である。このうち愛川トンネル(仮称)は、さがみ縦貫道路の最南端に位置した延長約 2.7km の併設トンネルとなっている。本トンネルの主要区間の土被りは 40m~50m 程度となっているが、一部にトンネル断面が地表面より上位となる中間沢部があるほか、水路や県道等の重要構造物の直下を土被り 10m 以下で掘削する小土被り区間等が存在する。この小土被り区間では、重要構造物に対する沈下対策および施工時の切羽天端の安全性確保を目的として AGF 工法が設計されていた。しかし、重要構造物の直下に到達する以前に、大きな脚部沈下および天端沈下が計測されたため、近接する水路や県道等に悪影響を与えることも懸念されたため、計測結果に基づき FEM 解析を実施して重要構造物へ与える影響を想定するとともに、脚部沈下抑制および構造物への影響抑制を検討・実施した。本報はその沈下および影響抑制対策の概要を述べたものである。

キーワード : 小土被り、重要構造物との近接施工、脚部沈下対策、AGF 工法、ウィングリブ付鋼製支保工

**発表予定時間 11 : 05-11 : 35**

**曲面切羽の全断面早期閉合で強度不足地山を克服 ー中部横断自動車道八之尻トンネルー**

遠藤 大治\*1

(概要) 中部横断自動車道八之尻トンネルは、増穂 IC と六郷 IC(仮称)間に位置し、仕上がり内空断面積 71.3m<sup>2</sup>、トンネル延長 2,469m の 2 車線高速道路トンネルである。本工事は 330KW 軟岩トンネル掘進機による全断面早期閉合に切羽鏡の自立性が高く、作業性の改善効果も期待できる曲面切羽を採用し、地山強度比が 0.5 を下回ると予想された、北側坑口 220m 間の地すべりを含む強度不足地山を施工した。地質は北側坑口(山梨側)から、未固結礫層、地すべり崩積土、泥岩、玄武岩溶岩、玄武岩破碎岩で構成されている。北側坑口の 220m 間においては、地山の軸圧縮強度は 0.1N/mm<sup>2</sup> 以下で地山強度比は 0.2 を下回ると予想され、小土被りで地すべりを含む低強度地山である。本稿は、ここで採用した早期閉合トンネル設計と施工方法について述べるとともに、施工状況、早期閉合トンネルの挙動特性、力学的安定性などについて得られた知見を報告する。

**キーワード** : 強度不足, 地すべり崩積土, 全断面早期閉合, 曲面切羽, 閉合変位比

**発表予定時間 12 : 50-13 : 20**

**営業中のゴルフ場直下における山岳トンネル工事 ー大和御所道路 巨勢山トンネルー**

山本 剛史\*1 林下 敏則\*2

(概要) 本稿は、営業中のゴルフ場直下における山岳トンネル工事である。本事例の特徴としては、ゴルフ場直下の延長が長い(約 1km)こと、低土被り部が多く見られ、その区間に修景池が新設されていたことである。このため、低土被りという悪条件のもと、トンネル掘削時の発破振動の問題や、修景池新設箇所においては地表面沈下を引き起こす可能性があった。また、ゴルフ場調整池に近接する区間(L=60m)については、防水型(ウォータータイト)トンネルとして設計されていた。防水型トンネルの施工にあたり、①トンネル全周を確実に防水するためにどのような施工をするか、②両端部の止水注入工をいかに効率よく施工するか、などの技術的課題があった。工期は約 3 年であったが、工事着手の遅れ、一部一時中止もあり、全体工程の遅延を避けるためトンネル掘削を約 21 ヶ月で完了させる必要があった。

**キーワード** : 発破掘削, 発破振動, 地表面沈下, AGF工, 防水型トンネル

**発表予定時間 13 : 20-13 : 50**

**国内最急勾配 (5.7%) 下でのウォータータイトトンネルの施工 ー仙台高速鉄道東西線 亀岡トンネルー**

山田 亮志\*1、後藤 靖彦\*2 安井 啓祐\*3、齋藤 隆弘\*4

(概要) 亀岡トンネルは、全線にわたり非排水構造のトンネル(ウォータータイトトンネル、以下 WT トンネルと称す)である。国内最急勾配となる 57‰ (5.7%) の上り勾配を NATM (機械掘削) で施工した。計画にあたっては、①幅員の狭い断面内でのインバート掘削方法、②泥岩地山における路盤の泥ねい化、③急勾配下での車両や設備の逸走、④WT トンネルでのインバート防水シート敷設方法、⑤シート損傷を防ぐ複鉄筋のアーチ鉄筋組立方法、⑥切羽付近に溜まりやすい汚染空気の前気方法、という課題に直面した。これらに対し、①②については、インバートの先行掘削と「大型土のう+ロード

マット」敷設工法の併用、③には工事用車両と各種設備への多重の逸走防止対策、④には確実に溶着する防水シート敷設手順の変更、⑤には特殊治具を用い背面地山から反力をとる鉄筋組立方式、⑥には局所ファン併用排気方式を立案して、施工に適用した。本稿では、これらの施工結果について紹介する。

**キーワード：**ウォータータイトトンネル、急勾配、路盤泥濘化対策、防水シート敷設方法、アーチ鉄筋組立方法、換気方法

**発表予定時間 13 : 50-14 : 20**

### **アーチダム直下狭小ヤードからの土砂バイパストンネルの施工 —小渋ダム土砂バイパストンネル工事—**

藤原 武司\*1

(概要) 本工事は、ダムの延命化を図るため、小渋川左岸に貯水池を迂回する土砂バイパストンネルを建設する工事である。全国で4例目の土砂バイパストンネルとなるが、以下の検討課題があり、それらを克服するための創意工夫が必要であった。検討課題は、①小渋ダム直下の急峻で狭小なヤードからの施工、②延長4.0kmの長大トンネル、③断面が小さいため車両の離合が困難、④最後に施工する水路インバートは、平坦性が重要、⑤水路インバート施工時は、トラックミキサーの転回が不可能、⑥水路インバート施工時の作業効率、等が挙げられる。これらを克服するため、トンネル掘削時には、連続ベルトコンベア方式の採用、伸縮風管を利用した吸引システムとNLF風管の採用、水路インバート施工時は、スリップフォーム工法の採用、ゴムクロミキサーの採用にて対応した。

**キーワード：**土砂バイパストンネル、連続ベルトコンベア、伸縮ダクト、NLF風管、水路インバート、スリップフォーム工法

**発表予定時間 14 : 30-15 : 00**

### **SENSによる未固結合水地山のトンネル施工 —北海道新幹線 津軽蓬田トンネル—**

神田 大\*1 田中淳寛\*2 西川幸一\*3 亀山好秀\*4

(概要) 津軽蓬田トンネルは、北海道新幹線新青森～新函館（仮称）間の青森県東津軽郡蓬田村から外ヶ浜町に至る延長6,190mの新幹線複線断面トンネルである。

地形は、最大土被りが94mで、途中5箇所土被り5～13mの沢部を通過する。また、トンネルのほぼ全線で地下水位以下の掘削となり、最大水頭は40mである。地質は未固結～半固結の砂を主体とする蟹田層が基盤であり、蟹田層の一部には、細粒分含有率10%以下、均等係数5以下と流砂現象が懸念される箇所が存在する。

そのため東北新幹線において同様な未固結合水地山の施工実績（三本木原トンネル）を有し、安全性、施工性および経済性に優れたSENS（シールドを用いた場所打ち支保システム）による機械化施工が採用されている。

本稿では、SENSの概要およびSENS適用二例目となる津軽蓬田トンネルでの施工実績を報告する。

**キーワード：**SENS、シールド、NATM、ECL、場所打ちライニング、大断面トンネル、未固結砂層、地下水、地上発進、地上到達、高速施工

発表予定時間 15 : 00-15 : 30

### 自然由来のヒ素を含むトンネル内大量湧水の減水対策工についてー 北薩横断道路 北薩トンネル（出水工区）ー

辰巳 勇司\*<sup>1</sup> 鈴木 雅文\*<sup>2</sup>

（概要）北薩トンネル出水工区（L=2,610m）では、掘削時に最大1200t/hの湧水が発生し、貫通後も650t/hの湧水が継続している。湧水中には環境基準値である0.01mg/lを超過する濃度のヒ素成分が含まれていることが確認されており、特に一部区間では約0.1~0.3mg/lの高濃度ヒ素含有湧水が発生している。トンネル施工中の現段階では、濁水処理設備に塩化第二鉄を使用するヒ素処理設備を増設し、排水中のヒ素濃度を環境基準値と同程度にまで処理した後に放流している。しかしながら、工事完成後において、ヒ素濃度の高い湧水量が自然減少することが見込めないことより、恒久的なヒ素処理対策工が必要と考えられている。そこで、当工事において高濃度の湧水量自体を減水させ、低濃度の自然水による希釈を併用することを検討し、着手した。本稿では、岩盤亀裂からの高圧大量湧水を効果的に止水することができる国内初となる注入剤を用いた試験施工の方法・結果、今後の見通しについて報告するものである。

キーワード：花崗岩、四万十層群、ヒ素、大量湧水、減水対策

発表予定時間 15 : 30-16 : 00

### 小土被り区間におけるウォータータイトトンネルの施工ー尾道・松江自動車道高野工区 大万木トンネル工事ー

古川 清隆\*<sup>1</sup>、村山 宏之\*<sup>2</sup> 洲崎 伸治\*<sup>3</sup>、衣笠 晃司\*<sup>4</sup>

（概要）中国横断自動車道尾道松江線は、広島県尾道市を起点に広島県北部の三次市を經由して、島根県松江市に至る延長137kmの高速道路である。大万木トンネルは広島、島根の両県境に位置し、延長4,878mと、中国地方の道路トンネルとして最長を誇る。本報告書では、大万木トンネルの広島側（高野工区）において小土被り区間の河川流量低下を防止するために採用された非排水型構造（ウォータータイト構造、以下「WT構造」）に関する内容を中心に記述する。

キーワード：ウォータータイト構造、小土被り、トンネル湧水