# 補助工法を用いたトンネル坑口部の地山挙動について（長野県姥神トンネル）（その２）

長野県　土木部　四元康徳
清水建設㈱　土木本部技術第２部　正会員　山本和義
清水建設㈱　土木東京支店　正会員　伊原広明
清水建設㈱　土木東京支店　羽吹忍

## １．はじめに

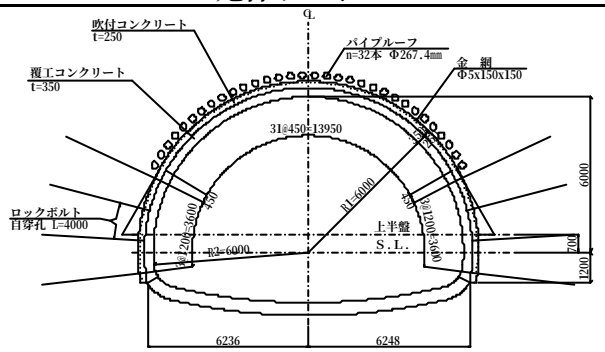
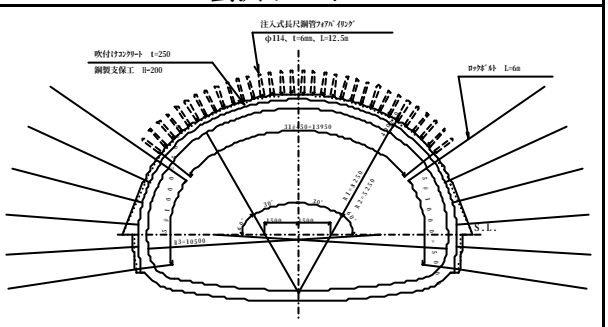
その１では，地表面沈下の特性曲線を分析する事により，大規模先受けを行っても，天端の小崩落の有無により，先行変位の出現比率が大きくことなることを示した。

本報告では，同様の大規模先受けは行っているが地質条件が大きく異なる，長野県の蟹沢トンネルの天端沈下と地表面沈下の挙動を比較し，共通点と相違点を分析する事で坑口部の変位挙動を考察するものである。

## ２．姥神トンネルと蟹沢トンネルの概要

姥神トンネルと蟹沢トンネルの概要を表－１に示す。

表－１　姥神トンネルと蟹沢トンネルの概要

| | 姥神トンネル | 蟹沢トンネル |
|---|---|---|
| 断面図 |  |  |
| 地形<br>地質概要 | 中生代付加帯<br>強風化し粘土化した，砂岩，粘板岩，チャートの互層（メランジェ構造）<br>神谷断層：斜面斜交型，偏圧地形 | 新生代第四系<br>未固結シルト，細砂の互層からなる湖成堆積物<br>斜面直交型<br>急斜面の崖堆堆積物の斜面崩壊 |
| ﾄﾝﾈﾙ断面 | トンネル幅　13m，掘削断面積　98m$^2$ | トンネル幅　15m，掘削断面積　114m$^2$ |
| 採用補助工法 | パイプルーフ，フットパイル，フォアポーリング，フェイスボルト，長尺鋼管ﾌｫｱﾊﾟｲﾘﾝｸﾞ<br>ウィングリブ | 長尺鋼管ﾌｫｱﾊﾟｲﾘﾝｸﾞ，フットパイル，フォアポーリング，フェイスボルト，ウィングリブ |

両トンネルの坑口部とも，不良地山に属している。姥神トンネルでは，地質年代は古い付加帯特有のメランジェ構造であり,，広域的な断層である境峠断層から派生した神谷断層に位置している。したがって，砂岩やチャートの岩片そのものは堅固であるが，断層の影響で細かく破砕されている。また，粘板岩は粘土状に破砕されており，岩片も指で砕ける程度まで風化の影響をうけている。一方，蟹沢トンネルでは，堆積年代が新しいため，地山全体が未固結であり，特に，細砂は固結度が小さくなっている。土被りも最大２０m程度であり，いわゆる未固結含水地山に属するものである。ここでも１ヶ所断層が認められたが，姥神トンネルとは異なり，広域的な動力変性を受けていない。このように地質条件は大きく異なっており，両者の坑口部の挙動を分析し，共通点・相違点を分析することは重要な意味をもつと考えられる。

キーワード：地表面沈下，天端沈下，長尺先受け，断層地帯，未固結地山
連　絡　先：清水建設（株）土木本部　技術第２部 TEL 03－5441－0567 FAX 03－5441－0515

## ３．土被りと沈下の関係

図－1 に姥神トンネル，図－2 に蟹沢トンネルの地表面沈下と土被りの関係を示している。この図から，まず，沈下量の最大比率は最も土被りの小さいところで発生しており，土被り深さの２％弱であることがわかる。また，沈下量の比率は土被り 10m では 0.5%前後となり，15～20m前後で比率は一定値に収束している事が読み取れる。天端沈下と地表面沈下の関係では，姥神トンネルは，土被り 8m前後で測定される天端沈下と地表面沈下の値はほぼ一致し，蟹沢トンネルの挙動と大きく異なっている。

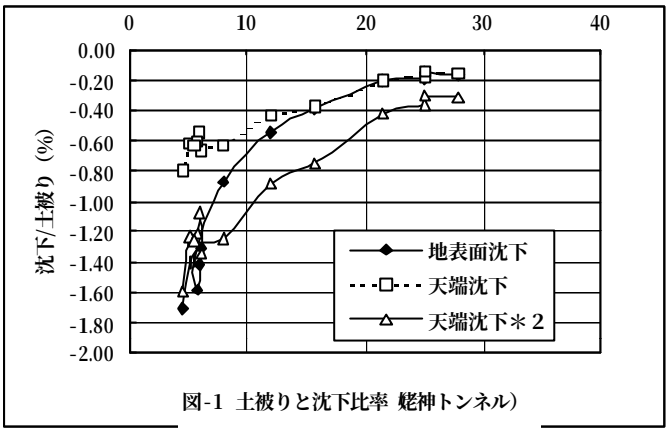



図-1 土被りと沈下比率 姥神トンネル）

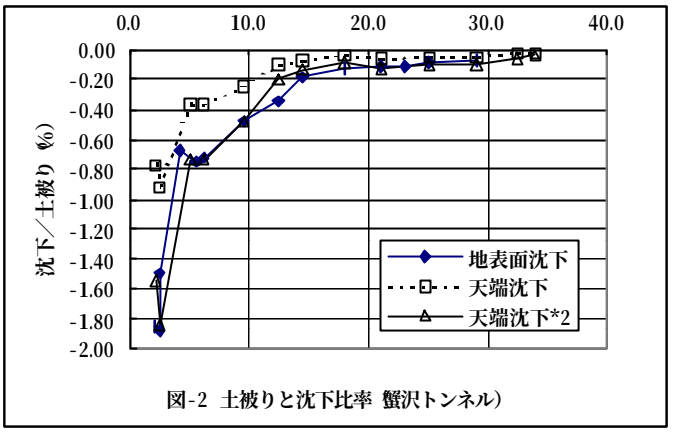



図-2 土被りと沈下比率 蟹沢トンネル）

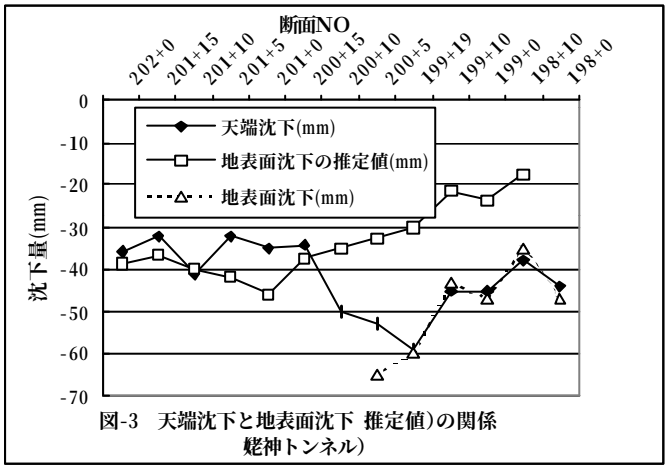



図-3 天端沈下と地表面沈下 推定値)の関係
姥神トンネル）

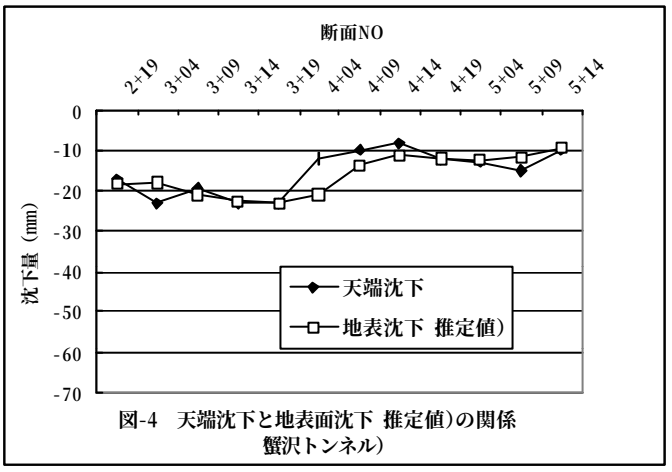



図-4 天端沈下と地表面沈下 推定値)の関係
蟹沢トンネル）

切羽の側線で天端沈下と地表面沈下の 50%の値を示したのが図－3，4 である。図－3 より明らかなように，姥神トンネルでは，ある側線以降，天端沈下の値と地表面沈下の値は一致している。一方，蟹沢トンネルではほぼ全線に渡り，地表面沈下の 50%の値と天端沈下の値が一致している。これは姥神トンネルでは，ある程度の土被りになると先行変位はほとんど発生しなく，掘削後の変位が主体となったことを示している。姥神トンネルの報告その１においても，天端が自立している場合には先行変位がほとんど生じなかった事とも合致した挙動である。このような挙動になった要因として以下のことがあげられる。姥神トンネルでは，坑口部に偏圧防止のための改良盛土による押え盛土が行われていた。その盛土区間を過ぎてからは強風化して粘土化しているが，一応岩盤の中の施工であった。この盛土区間と強風化岩盤との境界がちょうど挙動の異なる地点に一致する。したがって，盛土区間や蟹沢トンネルのような未固結地山では，先行変位は 50%程度生じ，強風化岩盤では剛性の大きいパイプルーフで前方の先行変位は完全に抑制され，天端沈下と地表面沈下が一致したと考えられる。

## ４．まとめ

土被りと地表面沈下／土被りの比率は，地質の異なるトンネルであっても，ほぼ同一な曲線となる。
地質の違いにより，先行変位の出方は異なり，大規模先受けの先行変位抑制効果は風化していても岩盤で強く現れる。