砂礫層での大断面ﾄﾝﾈﾙ拡幅掘削時の挙動特性

日本道路公団静岡建設局富士工事事務所　谷口　眞司
清水・熊谷・竹中土木共同企業体　正会員　上岡　真也
清水建設（株）　正会員　楠本　太

1. はじめに

第二東名高速道路富士川ﾄﾝﾈﾙは、延長約 4,500mの長大ﾄﾝﾈﾙであるので、TBM 導坑先進拡幅工法を採用している。ﾄﾝﾈﾙの中央付近には砂礫層が分布し、ここでの土被りは約 300mと深いので、下半掘削までの間の上半断面のﾄﾝﾈﾙ支保構造系は不安定状態になることが予想されたので、切羽の安定化方法とともに新たな大断面ﾄﾝﾈﾙの支保構造系を設計し、施工した。その結果、このﾄﾝﾈﾙ支保構造系の有効性が実証されたのと、大断面ﾄﾝﾈﾙの挙動特性が明らかになったので報告する。

2. 地質状況

TBM 導坑の上半断面内での先行掘削時に、切羽鏡の自立度は高かったが、吹付けﾓﾙﾀﾙや鋼ﾘﾝｸﾞ支保工での掘削面の保持は困難であったので、鋼製ﾗｲﾅによる TBM 掘進であった。この先行掘削により、上り線の砂礫層は、締まった半固結状のものが延長約 160mの規模で分布し、このうちの約 70mは、未固結砂状、湧水をともなう帯水砂礫層などが出現することが判り、砂礫層区間の力学特性などは概ね明らかになった。

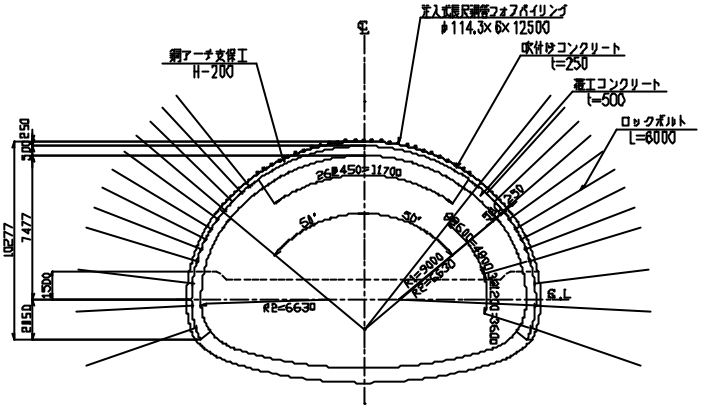
3. 支保構造仕様

土被りが厚い半固結状の砂礫層、未固結状の砂層中の大断面ﾄﾝﾈﾙの掘削では、地山の強度不足に起因して、下半掘削までの間の上半断面のﾄﾝﾈﾙ支保構造系は、不安定で不静定状態になり、ﾄﾝﾈﾙ支保構造系の変状が予想された。このため、大断面ﾄﾝﾈﾙの支保構造体は、坑口部と同程度の支保能を有する支保構造体仕様を基本し、上半断面側部への密な破壊抑制ｼｽﾃﾑﾛｯｸﾎﾞﾙﾄの配置により、切羽通過後の平面ひずみ場への移行過程において、掘削面周辺地山の破壊進行を抑制し、地山の強度保持によるｸﾞﾗﾝﾄﾞｱｰﾁの形成を可能にする。

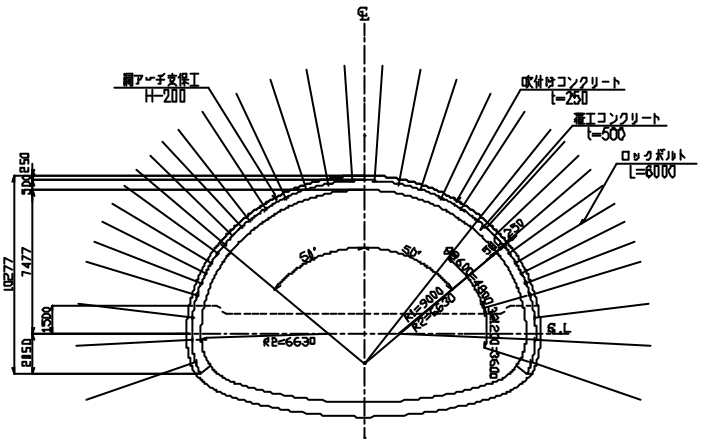
未固結砂層や帯水砂礫層などの区間では、ｱｰﾁ部 70°の範囲に、無拡幅ﾀｲﾌﾟの注入式長尺鋼管ﾌｫｱﾊﾟｲﾙﾝｸﾞを 450 間隔に配置し、確実な施工ができるようにする。

4. 計測概要

支保構造仕様の検証と挙動特性把握を目



図－1(1) 支保ﾊﾟﾀｰﾝ DⅠ-B11-P）



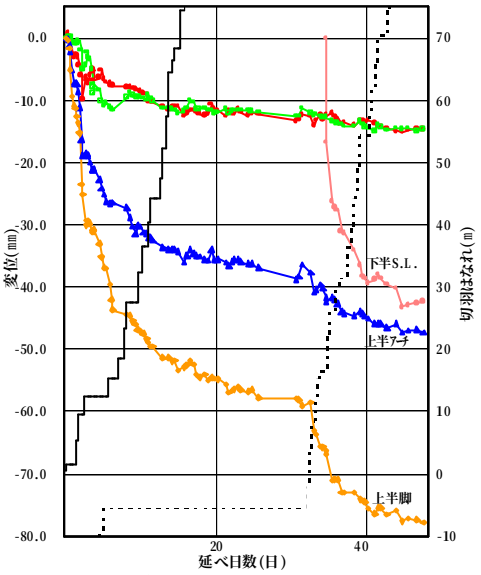
図－1(2) 支保ﾊﾟﾀｰﾝ DⅠ-B13-P）

表－1 支保構造体仕様

断面区分		DⅠ-B11-P	DⅠ-B12-P	DⅠ-B13-P
ｱｰﾁ部 70°の配置		無拡幅 AGF	なし	ｼｽﾃﾑﾛｯｸﾎﾞﾙﾄ
1 掘進長		1.00m		
吹付け厚（強度）		25cm（36N/mm²）		
鋼ｱｰﾁ支保工		HH-200（SS540 相当）		
ﾛｯｸﾎﾞﾙﾄ	ｱｰﾁ部 70°	なし	なし	10 本(p=1200)
	上半ｻｲﾄﾞ	左右各 9 本（p=600）、L=6m、170kN		
	下半	左右各 3 本（p=1200）、L=6m、170kN		
長尺鋼管ﾌｫｱﾊﾟｲﾘﾝｸﾞ		27 本（ｱｰﾁ部 70°）、L=12.5m、φ114.3×6		

ｷｰﾜｰﾄﾞ：大断面ﾄﾝﾈﾙ、TBM 導坑、砂礫層、破壊抑制ﾛｯｸﾎﾞﾙﾄ、ｸﾞﾗﾝﾄﾞｱｰﾁ
連絡先：第二東名高速道路富士川ﾄﾝﾈﾙ西（その３）工事共同企業体　Tel.0544-65-0810、Fax.0544-65-0885

的に、ﾛｯｸﾎﾞﾙﾄ軸力測定と自動追尾機能を有する三次元自動測量ｼｽﾃﾑを用いて、1断面 7 測点の絶対変位を測定する。



図－2 内空変位変化 (STA.1028+39)

5. 計測結果と考察

(1) AGF 区間 STA.1028+39 での挙動特性

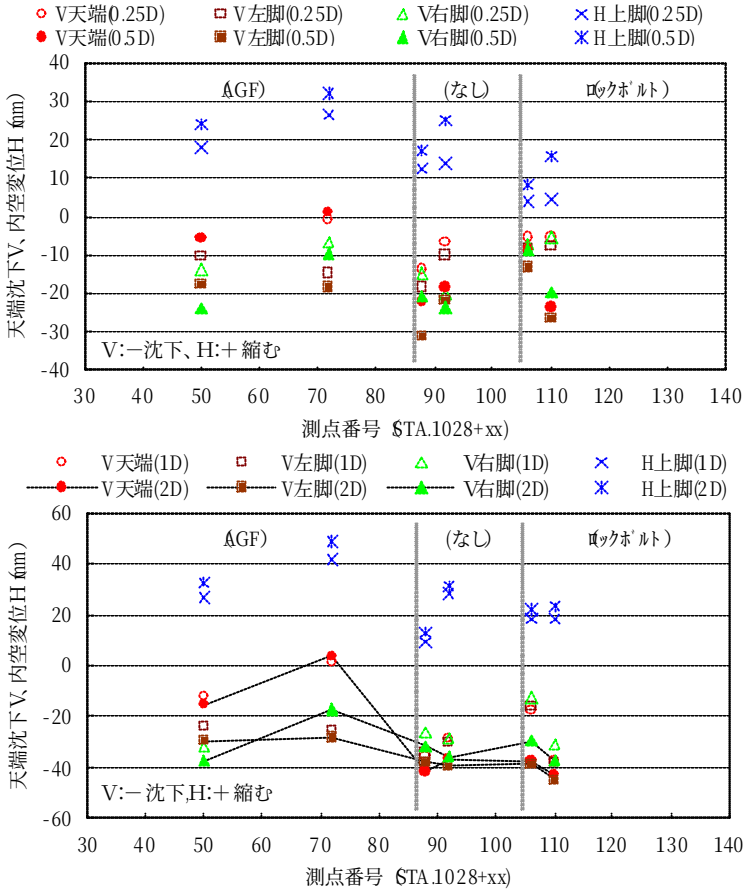
上半脚部の内空変位は、上半切羽が 1D 進むと収束傾向を示すが、5D 進んでも増加する。下半切羽が 4D 進むとほぼ収束した。最終内空変位量は約 80mm であり、上半掘削時に、全変位量の 3/4 が発生する。上半脚部周辺のﾛｯｸﾎﾞﾙﾄには、深度 2.5～4.5m位置で、約 250～350kN の引張力が発生する。上半切羽が約 0.5D 進む間に、全軸力の約 50～60%が発生する。不安定な右側では、下半切羽通過直後に、全軸力の約 20～30%が発生する。

(2) ﾄﾝﾈﾙ挙動特性

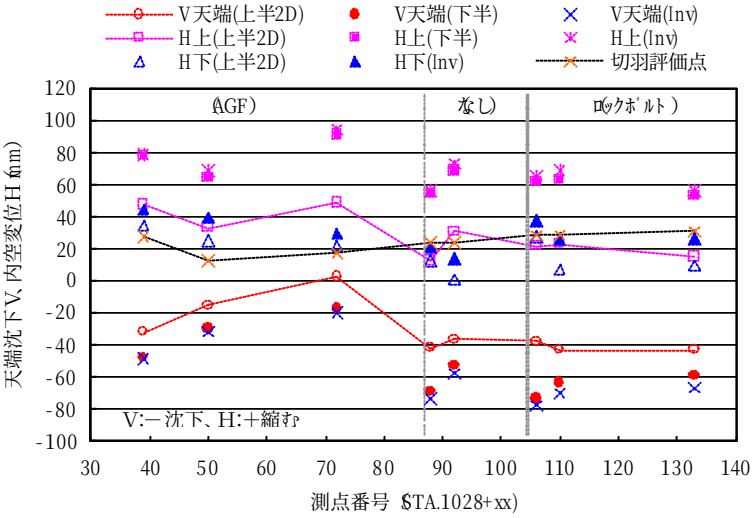
①変位の最大値は、天端部で約 80mm の沈下、上半脚部の内空変位は 94mm、下半は 44mm の内空側変位である。上半掘削時に、天端沈下量の約 50～65%、内空変位の 35～60%が発生する。下半掘削時の変位増分は、AGF やﾛｯｸﾎﾞﾙﾄの有無に関係なく、同程度の比率で発生し、下半掘削完了時に、全変位量の 93～95%が発生する。

②AGF 区間では、上半掘削時の天端部の沈下量は、ｱｰﾁ部支保構造の違いが顕著に現れ、上半脚部の約 1/2 と小さく、内空変位は大きくなる。

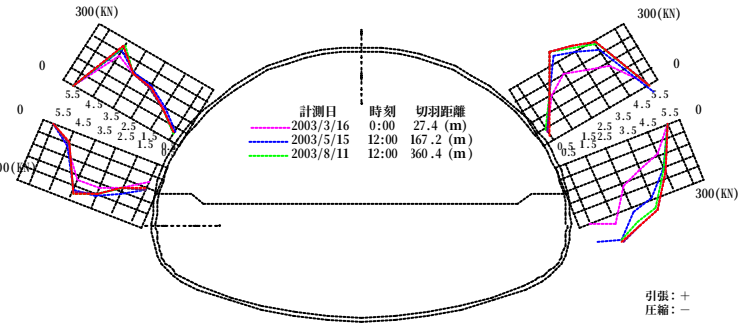
③ｱｰﾁ部のﾛｯｸﾎﾞﾙﾄの有無では、上半切羽が 0.5D 進む間の変位は、ﾛｯｸﾎﾞﾙﾄを打設した方が小さいが、下半掘削を終え、ﾄﾝﾈﾙ断面形状が５芯円構造になると、有意な差異はなくなる。



図－3 上半掘削時 3芯円状態の変位



図－4 変位分布 延長 100m間)



図－5 ﾛｯｸﾎﾞﾙﾄ軸力分布 (STA.1028+39)

6. まとめ

上半断面の両ｻｲﾄﾞに、密なｼｽﾃﾑﾛｯｸﾎﾞﾙﾄを配置した３ﾀｲﾌﾟの支保構造は、半固結状砂礫層中を掘削する大断面ﾄﾝﾈﾙの力学的安定に有効であることを確認した。今後は、後行下り線の施工に反映させる予定である。