

松山自動車道粒野地区地すべり対策工について

日本道路公団

木水 隆夫

日本道路公団

池本 浩由

日本道路公団 正会員 ○船橋 修

1. はじめに

日本道路公団松山工事事務所は、四国縦貫自動車道223kmの内、愛媛県内の西条市から喜多郡内子町までの74.5kmの建設を担当している。平成9年2月には、川内～伊予間の21kmが開通し、現在は、平成6年度に開通したいよ西条～川内間の4車線化工事と、伊予～大洲間の工事を行っている。伊予～大洲間においては、ほとんどの土工事を発注し最盛期を迎えている。

今回報告する粒野地区は、伊予ICより大洲方向へ約5km南下した双海町にある(図-1)。この地区は、中央構造線が横断している他、地すべり地域にも指定されている。本線は、地すべり地域のほぼ中央にトンネル坑口が出て、橋梁で中央構造線を通過する計画である。本論文では、本線工事に先立ち発注された地すべり対策工の計画と施工について報告するものである。

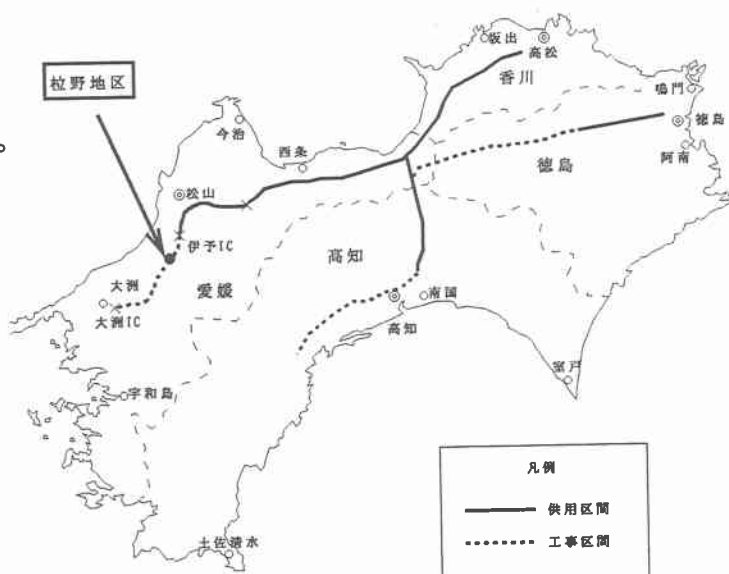


図-1 位置図

2. 地形概要

双海トンネル(L=2,566m)は、伊予市の南方にそびえ立つ標高634mの明神山を貫く山岳トンネルである。粒野地区は明神山の南側にあり、トンネルの南坑口になっている。地形的には、傾斜15°～25°程度の緩斜面になっており、空中写真判読からも多数の地すべりブロックが認められる。大きく分けると4つのブロックに分割され、坑口付近を中心とする大きな楕円形の地すべりが先に生じ、その後、斜面下方のやや規模の小さいすべりが生じたように推測される。図-2に地質断面図を示す。

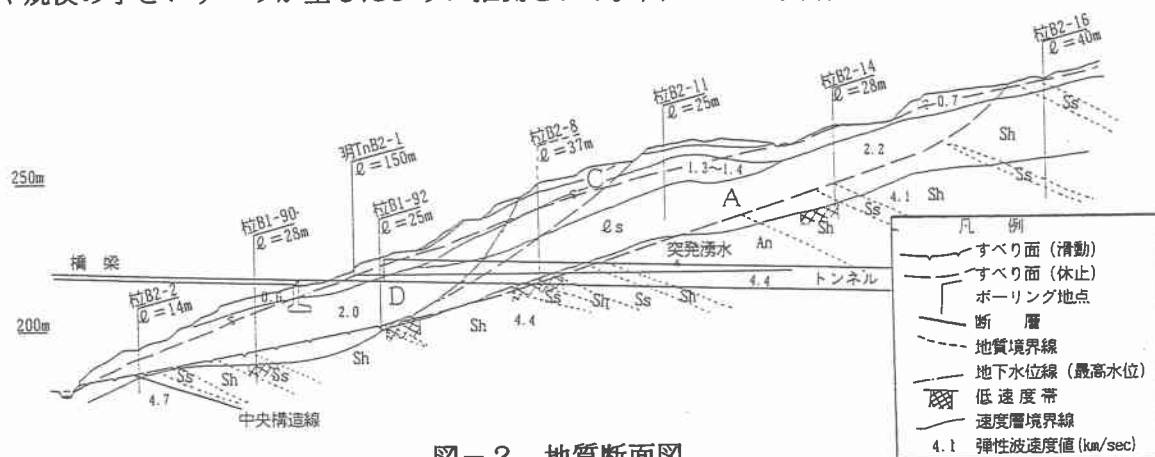


図-2 地質断面図

3. 地すべり対策工の計画

3-1 現況安全率及び計画安全率

土質調査及び計器観測等の資料から地すべり線を想定し、現況地山の安全率を $F_s = 1.00$ とし、Cと

ϕ を決定した。Cは、地すべり移動土塊の垂直層厚が最大20m程度あることから、 $C=2.0 \text{ tf/m}^2$ 、 ϕ は現状地形における安定計算の逆算式（条件： $F_s=1.00$ 、 $C=2.0 \text{ tf/m}^2$ ）より、 $\phi=30.7^\circ$ （ $\tan \phi=0.59377$ ）とした。計画安全率 F_{sp} は1.20とすることで必要抑止力は380.69 tf/mとなった。

3-2 対策工法の考え方

当、地すべりは、比較的大規模で必要抑止力が約380 tf/mと大きいことから、抑制工（集水井・水抜きボーリング）により、地下水位の低下を図り安全率の向上を図るとともに、抑制工により安全率不足分を補うよう計画した（表-1）。

まず、集水井の施工位置は、地温探査や多点温度検層を用いて水の流れを把握し、水位低下を見込める位置に4基配置した。また、それぞれの集水井及び地表より水抜きボーリングを行うこととした。これらの水抜きボーリングにより水位低下を約2mと計画した。また、鋼管杭の打設箇所は、2次すべりがおこらない位置で、トンネル坑口と橋梁の橋台の中間に計画した。

これらの対策工による安定計算を行った結果、それぞれの対策工の分担率は、集水井工が48%、鋼管ぐい工が52%となった。

表-1 対策工概要

工種	種別・規格	概算数量	摘要
抑制工	集水井工		
	$\phi 3.5\text{m}$	4箇所	L=66m
	集水ボーリング工 $\phi 40\text{mm}$	2 200m	N=42本
	排水ボーリング工 $\phi 90\text{mm}$	260m	N= 6本
抑止工	抑止杭（鋼管杭）		
	SM490 $\phi=500$, t=34	2 500m	N=98本
	SM580 $\phi=500$, t=24	600m	N=26本

4. 施工状況及び結果

集水井は、下段から掘削を行った。機械掘削及び人力掘削を併用しながら、50cm毎にライナープレートを組み立てた。掘削時には、孔壁面の観察を行い、地盤の地層分布や不撓乱等試料の採取を行った。施工中、地山強度が弱く崩壊が発生したため、補助工法（鉄筋の挿入や裏込め材の充填）を採用し施工を行った。集水井掘削後は底面より集水ボーリングを行った。その結果、水位は当初の想定を大きく上回る5m～10mの水位低下が見られた。

また抑止杭は、エアーハンマーによるプレボーリングにより打設した。抑止杭の内、26本においては、高張力鋼とネジ継手を採用した。高張力鋼とは、鋼材の引張強さ500N/mm²を越える鋼をいい、合金元素を添加したり熱処理をすることにより、引張強さを大きくしている。一般的にはJISG3106 溶接構造用圧延鋼材によるSM570材をいう。また、ネジ継手とは、孔中に建て込んだ下杭上端の雌ネジ部に上杭下端の雄ネジ部を挿入し、上杭をクレーンで吊りながら人力で数回転回すことにより行われる（図-3）。これらを採用したメリットとしては、



図-3 高張力及びネジ継手の施工状況

- ・高張力鋼は、断面性状がすぐれ、鋼管の肉厚を薄くでき経済的である。
- ・ネジ継手は、現場溶接が不要となり、現場作業時間の短縮及び品質管理の一元化による省力化が図れる。継手部の強度は十分にあることや、鋼管の強度及び腐食についても特に問題がないが、高張力鋼を抑止杭として採用するのは全国初であり、またネジ継手は日本道路公団では初めてのことから、施工後、動態観測を行っている。施工に関しては、特に問題が見られず、上記のメリットを十分に得られたと思われる。