

日本道路公団	正会員	飯田 章夫
日本道路公団		草野 成一
(株)森 組		長谷川 史郎
(株)森 組	正会員	○森田 純司

はじめに

山陽自動車道は現在、神戸～姫路間で建設工事が進行中である。このうち当工区である中山工事は、淡河断層の北側の神戸層群が分布する地域に計画されている。神戸層群のうち泥岩・凝灰岩は風化により地すべり地形を呈することが多く、本路線周辺では地すべり指定区域及び地すべり地形を呈した箇所が多数存在している。従って道路建設に伴う地すべり問題が発生することが予想されるため、調査・設計段階より数多くの土質調査・試験及びそれらに基づく対策工及び動態観測体制の検討が行われた。中山地区では盛土により地すべりを誘発する可能性が大きいと、対策として大規模な砕石置換え工を採用した。ここでは中山地区における地すべりの概要とその対策工について報告する。

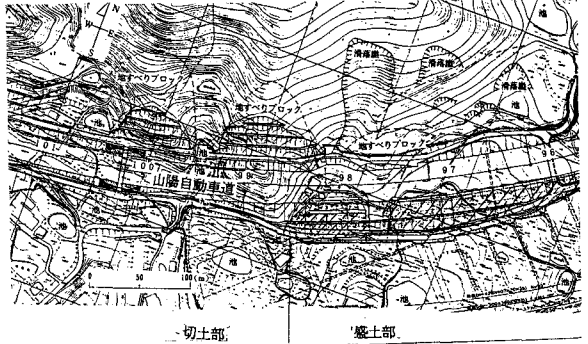


図-1 中山地区平面図

1. 地形・地質概要

中山地区の地質は、新第三紀中新世に堆積した神戸層群吉川累層であり、礫岩・砂岩・凝灰岩と泥岩の互層で構成されている。計画路線北側は標高300m程の低山地で、比較的硬質の砂岩・礫岩からなる急斜面を形成している。それに対し南側は標高200m程の緩く傾斜する斜面が広がっており、風化により著しく軟質化・粘土化した泥岩・凝灰岩が分布している。北側急斜面には礫岩の巨大転石や開口クラック、滑落崖が存在し、南側緩斜面には馬蹄形を示す地すべり地形や電柱の傾倒、地すべりの頭部を利用したと思われる溜池が点在するなど、共に典型的な地すべり地形を呈している。また基盤岩は斜面に対して緩い流れ盤となっており大規模な地すべりを誘発する恐れも懸念された。

地下水位は全体的に高く地表付近に存在しており、オーバーフローしている箇所も認められる。また集中豪雨等により地下水位が急上昇するという特徴も有している。

2. 道路計画上の問題点

本工事区間では、計画路線が北側急斜面と南側緩斜面の地形変換点付近を通るため、緩斜面部では盛土工を、急斜面部では切

土工を計画している。盛土部には、図-2に示す様に地すべりブロック頭部に最高18mの盛土を行うことで地すべりの誘発が危惧された。

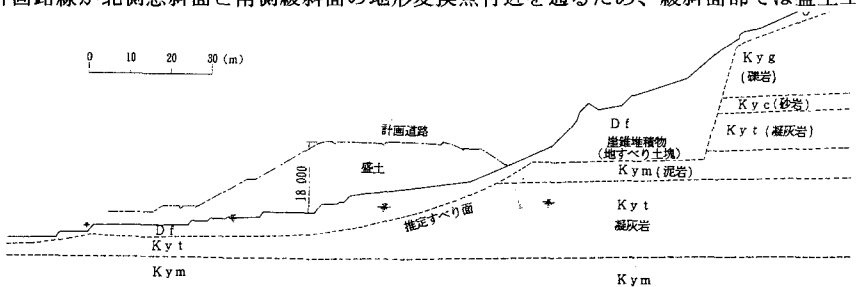


図-2 盛土区間地層図及び計画断面図

3. 対策工の選定

1) 検討方針

検討方針は図-3に示す手順で行った。地すべり面の強度定数は全体すべり、小すべり、円弧すべりの3本のすべり面を考え、逆算法及び土質試験により求めた。盛土施工後の安全率が1.20を確保できるように必要抑止力を求めたところ、最大261.8tf/mとかなり大規模な対策工が必要となった。

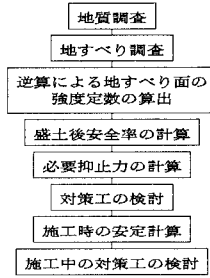


図-3 検討のフロー

表-1 すべり面の強度定数と必要抑止力

すべり面	粘着力	内部摩擦角	盛土後安全率	必要抑止力
STA96+20				
Aすべり	0.7 tf/m ²	2.850°	0.77	107.5 tf/m
Cすべり	2.0 tf/m ²	0.000°	0.67	90.1 tf/m
STA97+20				
Aすべり	0.7 tf/m ²	6.095°	0.85	141.0 tf/m
Bすべり	0.4 tf/m ²	1.910°	0.44	261.8 tf/m
Cすべり	2.0 tf/m ²	0.000°	0.44	232.2 tf/m
STA98+20				
Aすべり	0.7 tf/m ²	13.100°	1.08	38.5 tf/m
Bすべり	0.7 tf/m ²	9.100°	0.69	148.2 tf/m
Cすべり	2.0 tf/m ²	0.000°	0.61	112.7 tf/m

2) 対策工

地すべり対策工として、①：深礎杭工、②：抑止杭工、③：軽量盛土+深礎杭工、④：砕石置換工の4工法について比較検討を行った結果、施工性・経済性・工期等総合的に判断し、砕石置換工を採用することになった。砕石置換部の形状・規模は置換部の形状を変化させ繰り返し計算することにより安全率1.20を確保できる形状を求めた。その結果、延長約280m、砕石置換工約34000m²の大規模な置換となった。

3) 掘削時の対策について

施工上の問題点としては、推定すべり面まで6~7mの掘削が必要となり、背後に地すべり地をかかえていることから、掘削中の地すべりが懸念された。そこで掘削時の地山の安定を図るため、親杭+アンカー工を計画した。親杭はH-428*407*20*35@2000、アンカーにはVSL E5-6~E5-7、ピッチ2000を用いた。また鋼材は砕石置換完了後撤去したところ、推定すべり面付近で変形が認められた。

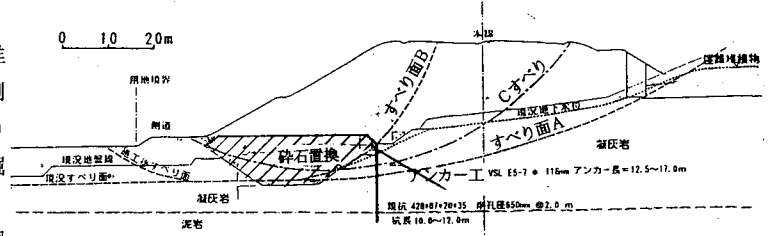


図-4 砕石置換工断面図

4. 動態観測

施工中及び完成後の安全確保のため孔内傾斜計と伸縮計により動態観測を行った。盛土工事中や抑止杭撤去時に想定地すべり線で若干の変動が認められたが、いずれも管理値以内であり数日後動きは収まったことから、一時的なものであり問題ないものと判断した。

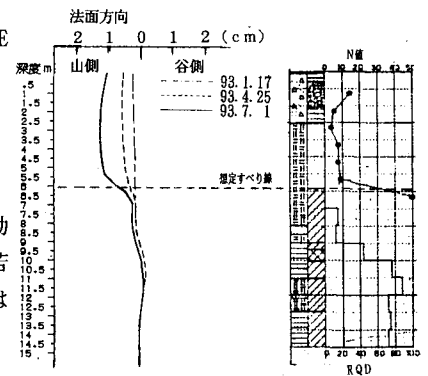


図-5 孔内傾斜計による変位図

5. まとめ

本工事の特徴のひとつに、必要抑止力が約260t/mと非常に大きいということがあげられる。地すべり対策工法として抑止杭はかなり採用されているが、本工事で採用するには規模が大きくなり不経済であったため、砕石置換工が有効であると判断された。また基礎地盤が水田に使用されていたこともあって、砕石置換による地すべり対策を行うことにより、軟弱地盤対策も同時に行うことができた。また地下水対策として砕石置換による集水効果も有効であると考えられる。1994年3月末で、ほぼ盛土は完了しているが、現在のところ特に変状は発生していない。このように本工法は、大規模な地すべり対策工として有効な工法であることが確認された。最後に本工事を計画・施工するに当たり「山陽自動車道神戸〜三木間地すべり対策検討会」より適切な御助言・御指導をいただきました。ここに感謝の意を表します。