

2.6.3 グラベルパイル(乾式遮水壁)工

(1) 「グラベルパイル工」とは

現在の地すべり対策の中で、「グラベルパイル」という単語を聞くことは少ない。実際、関連各機関から出される基準書等にも登場しない。

グラベルパイル工は乾式遮水壁工とも言う。縦列に設けた多数の吸水井(グラベルパイル)により、地下水を排出することで吸水井付近の地下水位を下げ、乾いた領域を乾性障壁とし、地すべり地内への地下水流入を遮断する工法である。

グラベルパイル工は、まず中央部に集水井筒・排水孔を設置し、次に連結排水管を複数設置し、その排水管上で大口径孔を数m間隔に掘削し、この孔内を碎石等で充填して構築する(図2.6.5)。

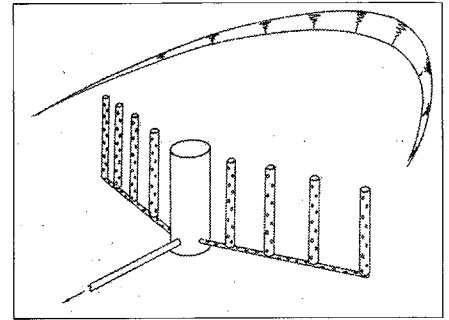


図 2.6.5 グラベルパイル工の概観¹⁾

(2) 松之山地すべりでのとりくみ

新潟県内の地すべり対策で、グラベルパイルという単語が用いられたのは、おそらく1962(昭和37)年発生 of 松之山地すべりにおける試みが最初であろう。ただし、乾式遮水壁としてのグラベルパイルとは目的が異なる。

当時、集水井筒を構築する技術は、深さ20m程度が限界であったため、それ以深の深層地下水を排除することは難しかった。そこで、被圧地下水が認められ、地溝状の地形を示す箇所(中の入地溝)では、1.5m間隔に直径350mmの大口径ボーリングを掘削して碎石を充填し、スリット加工が施された直径457mmの鋼管から地下水をポンプで汲み上げる工法が施工された(図2.6.6)。このうち、碎石を充填した大口径ボーリングをグラベルパイルと称していた。当時の記録によれば、1964(昭和39)年にグラベルパイルが120本、地下水を汲み上げる鋼管井戸が3基施工されている²⁾。

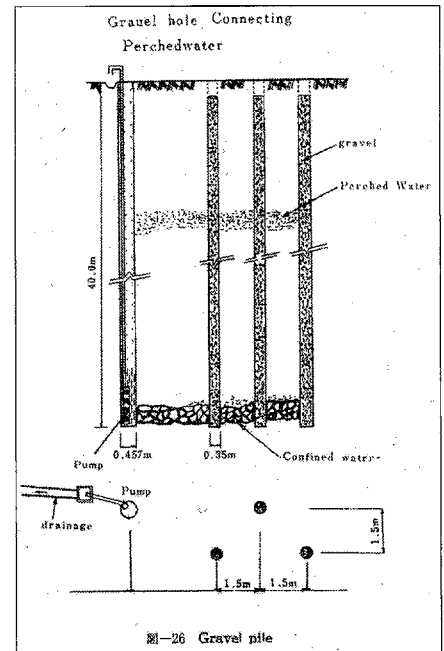


図 2.6.6 松之山地すべりでの例²⁾

(3) 遮水壁工の施工

1960年代前半の地下水対策の考え方は、水抜ボーリング等による排水工法と、不透水部を構築する遮断工法の2つがあった。このうち遮断工法には、止水壁を設ける工法、グラウトを注入する工法、土の電気化学的固結による工法等があった³⁾。

遮断工法は、遮断部より山側に集水井戸を設けたり、谷側から遮断部を貫く水抜ボーリングを掘削したりして、地すべり地内への地下水流入を遮断するものである(図2.6.7のB)。しかし、遮断部より山側の地下水位が上昇しやすく、山側

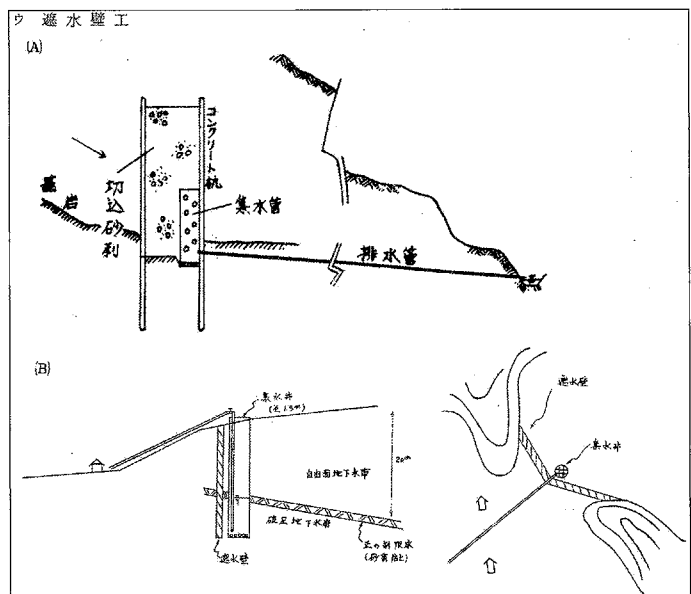


図 2.6.7 新潟県による遮水壁工の説明図⁴⁾

が不安定化しやすいという欠点があった。

一方、新潟県（とくに耕地課：現農地建設課）では、暗渠工を深部まで施工することによって乾いた領域を構築し、地すべり地内への地下水流入を遮断する工法が、「遮水壁工」として1960年代後半から1970年代前半に各地で施工された（図2.6.7のA）。この工法は、前述の山側の不安定化が少ないものの、オープン掘削の規模が大きくなり、新たに不安定化を招きやすいという欠点があった。

（4）グラベルパイル工の誕生

地すべり地の地下水対策として、地上からの水抜ボーリング工や集水井工等の排水工法が主流になりつつある中で、1960年代中頃に株式会社日さくの寺川俊浩氏（当時新潟支店調査課勤務）は、遮断工法の改良を行った。

当時の遮水壁工の欠点を克服するために、大掛かりなオープン掘削と集水管の埋設を、大口径ボーリングと水平ボーリングに代えた。そして、地下水排除工と同様の集水井筒を中央に設け、そこから排水ボーリングを掘削した。試験地や第1号となった現場等の記録は残っていないが、1968（昭和43）年には施工実績を整理し、「地すべり地内に流入する地下水の乾式遮断工法」として特許を出願している（1973（昭和48）年に原簿登録）⁵⁾。

その後、藤崎・清滝・山直海・上中条等の新潟県内の地すべり地に施工され、福島・山形・富山・石川・長野県等にも施工された。特許登録が完了すると、「グラベルパイル工（乾式遮水壁工）」という名称で、さらに各地で導入された。

また、グラベルパイルの保孔管に鋼管を用い、剪断杭としての機能を持たせて、「抑止抑制工法」として施工されたこともあった。

1970年代後半になると、組立式コンクリートブロックによる集水井筒が登場した。これにより、井筒深度をより深くすることが可能になり、比較的安価でより深い位置の地下水を排除することが可能になった。こうして、地すべり地の地下

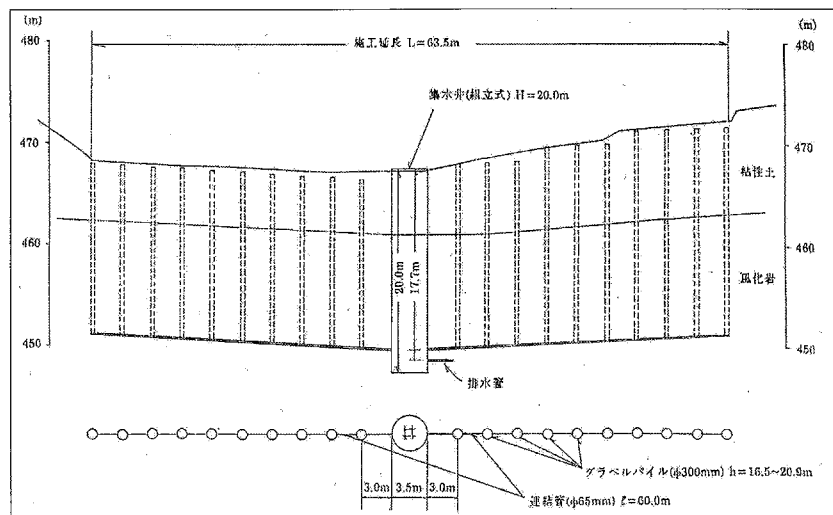


図 2.6.8 寸分道地すべりにおける施工例⁶⁾

水対策は水抜ボーリング工や集水井工等の排水工法が主流になり、グラベルパイル工は限られた条件のみに施工されるだけとなった。

1981（昭和56）年、寸分道地区（現妙高市：国土交通省所管）で地すべりが発生した。諸調査の結果、地下水が水平的・垂直的に複雑に流動すると考えられ、水抜ボーリング・集水井工に代わる効果的な地下水排除法として、1984（昭和59）年にグラベルパイル工が施工された（図2.6.8～9）。その際、当時の建設省土木研究所新潟試験所も交え、調査・工法検討・観測・施工効果の確認等が行われている。

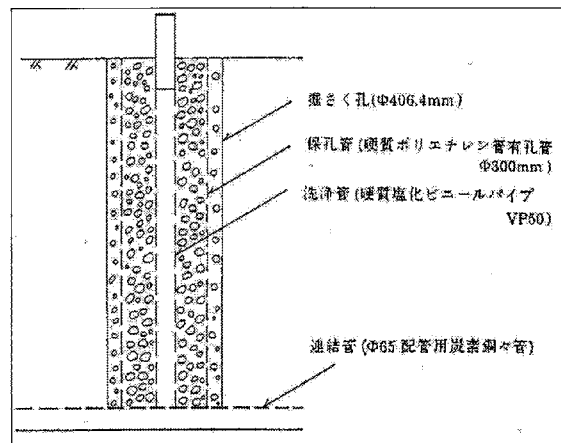


図 2.6.9 グラベルパイルの詳細図⁶⁾

(5) 今後の課題

1980年代中頃を最後に、グラベルパイル工は新潟県内では施工されていない。この理由として、地下水排除工に比べて施工効果の評価が難しいこと、施工できる時期が制限されること、大口径ボーリングの仮設が伴うこと、基準書等に記載がないこと、等が挙げられる。

グラベルパイルの径や間隔は水理計算によって決まるが、地すべり地の水理状況は現場ごとに異なるため、計画と実際がかけ離れることが多い。今後は、より現場に適した計画・評価手法を求める必要があろう。また、それを網羅した基準書の整備が必要であろう。

現在でも、どの基準書にもグラベルパイル工は記載されていない。また、地下水遮断工の記載もほとんど見られない。しかし、大口径ボーリングを掘削して碎石を充填したグラベルパイルと、水平方向の排水を組み合わせることによって地下水を排除する考え方は、立体排水工として基準書等に記載されている(図2.6.10)。

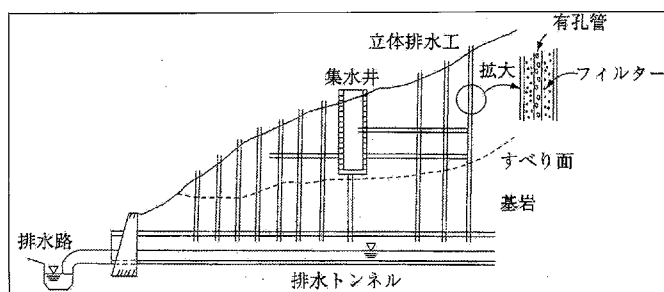


図 2.6.10 立体排水工模式図⁷⁾

すべり面が深い、規模が大きい、帯水層が複数ある、地下水流動経路が複雑である、等の条件が組み合わせられれば、グラベルパイルを用いた地下水排除工は効果を十分発揮できると考えられる。新潟県内には、上記の条件が含まれる地すべりが多く存在しているものとみられ、今後は地下水排除にグラベルパイルを用いることも検討する必要がある。

(佐藤 壽則)

引用文献

- 1) 株式会社日さく(1974): 地すべり地内に流入する地下水の乾式遮断工法(グラベルパイル工法)
- 2) 全国地すべり対策協議会(1965): 松之山地すべり、pp. 33~36
- 3) 谷口敏雄(1964): 地すべり調査と対策、pp. 153~161
- 4) 新潟県(1970): 新潟県の地すべり、pp. 15
- 5) 日本国特許庁(1973): 特許公報、pp. 11~14
- 6) 小林一三・石黒重実・岩永伸・大西吉一・安積健一(1985): 新潟県の地すべり一砂防課(建設省所管)における地すべり対策について一。地すべり技術、vol. 12, No. 2, pp. 8~19
- 7) 農林水産省農村振興局計画部資源課(2004): 土地改良事業計画設計基準・計画「農地地すべり防止対策」基準書・技術書、p. 209