

Ⅲ-A218 鉄道沿線における水平ボーリングによる地すべり対策とその後の経過

九州旅客鉄道株式会社 ○門 賢二 久保 和範 山崎 慎介

1. はじめに

JR九州、日田彦山線の豊前川崎・西添田間 35K650m 付近右側切取斜面において、昭和55年7月の降雨から地滑りによるものと考えられる土留壁の変状が始まり、同年8月末の降雨により倒壊した。その後の復旧工事により新設した土留擁壁、のり面工においても傾斜・ひび割れ等の変状が発生した。また軌道についてもまとまった降雨があると高低狂い、通り狂いが生じた。このため、対策として水平ボーリングによる地下水の抜き取りを始めた。

本論文では、地滑りによる変状の推移とボーリングによる水抜き対策の効果について述べる。

2. 現地の地形および地質

現地は、図-1に示すように傾斜の緩やかな標高 100m 程度の丘陵地となっており、当該斜面の周辺は人工改変されており元の地形は不明瞭であるが、地滑り地帯によく見られる数段の階段状の地形となっている。地質は、古第三紀、砂岩、泥岩の互層となっており、地下水位については、No1が-1.2m、No2が-1.6mと高い位置にありNo3では-5.0mとなっている。

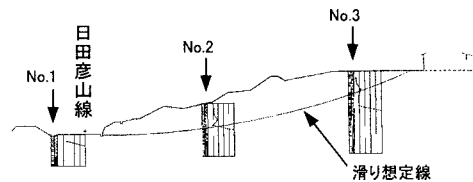
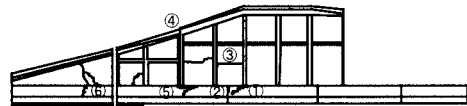


図-1 横断面図

3. 変状の原因と対策

3.1 原因

当該箇所は昭和 55 年の豪雨により斜面が崩壊し、土留壁も一部倒壊した。しかし、この時点では原因は地滑りとは判断せず、翌 56 年に災害復旧工事として土留擁壁及びのり面工を施工した。しかし昭和63年には、この土留擁壁、のり面工に亀裂、食違ひ、傾斜の変状が発生され(図-2)、その後も緩慢ではあるが変状は進行している。



①ひび割れ ②収縮目地の食違ひ ③張りコンの食違ひ
④格子枠の食違ひ・開き ⑤ひび割れ・欠落 ⑥ひび割れ・食違ひ

図-2 擁壁およびのり面工の変状箇所

図-3より降雨と変状の関係をみると、日雨量が 100mm を超えるような場合に、変状の進行が顕著に見られることが分かる。このことから、変状の原因は降雨時の地下水位の上昇により地山内の間隙水圧が上昇し、滑り面付近のせん断抵抗が小さくなることにより土塊の移動が生じる地滑りであると判断した。

3.2 対策

一般に、地滑りの対策工法は、抑制工と抑止工に大別される。抑制工で最も効果的な対策としては、地滑り部の土を取り除いて重量を軽くする排土工があるが、広範囲にわたる用地買収を伴う。また、抑止工として鋼管杭等も考えられるが、用地買収を伴うとともに、工費も大きくなる。そこで、これまでの変状の進行程度が小さいことや、大雨により水位が大きく上昇した時に変状が進むことから考えて抑制工の中の地下水排除工が有効で、最も経済的であると判断し、排水ボーリングを施工した(図-4)。

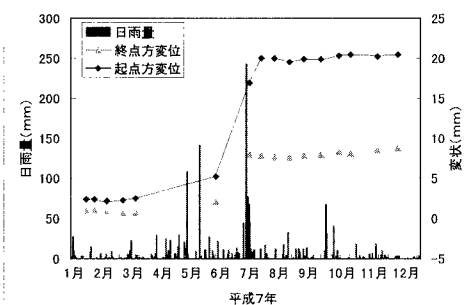


図-3 擁壁の変状と降雨の関係(平成7年)

4. 変状状況とボーリングの効果

4. 1 土留擁壁の傾斜変位

傾斜計を設置した平成5年11月から地下水の抜き取りを始める平成9年7月までの土留壁天端における傾斜変位の進行は、起点方で 36mm、終点方で 12mm となっている。平成6年11月から平成7年11月の進行量は起点方で 18mm、終点方で 8mm と特に大きい。

この間の総雨量を見てみると 1,731mm 程度であるが、最大月雨量が 549mmあり、この雨量は3日間に集中して記録されている。このことから短期間に集中して降る雨が変位の進行に大きく影響していると判断できる。

また、地下水抜き取りを開始した平成9年7月からの1年間で、降雨量は 2,172mm とかなり多いが、進行量は起点方が 4mm と緩やかになっており、終点方では停止した状態である（図-4）。

4.2 地下水位の状態

地下水抜き取り前の地下水位は、斜面中腹に位置する井戸の水位で測定した。平常水位は、地表から 1.0m 以内という高い位置であり、最高水位は地表面と同じ高さであった。水平ボーリング施工に伴いこの水位は徐々に低下していき、6本目を完了したときには地表から 2.5m となり、土留擁壁天端と同等の高さとなった。

地下水抜き取り開始後は、水平ボーリングと同時に施工した鉛直ボーリング孔に設置した水位計により測定を行った。地下水位と降雨の状況を見ると最大降雨直後に水位が最高位となっており、その後の降雨状態によるが、降雨終了直後は急激に下がり徐々に緩やかとなり降雨後3日間位で平水位近くまで下がっている（図-6）。この結果から、地下水位は降雨による浸透水がそのまま影響していることがわかる。

また、排水量は、まとまった降雨直後には 10 1/分以上あるものが、降雨2日後では 6 1/分程度、低水位になると 1.0 1/分未満となることが分かった。

4.3 軌道の状態

軌道の変位の状態は左右レールの水準測量により行ったが変位はみられなかった。また、高速軌道検測車（マヤ車）による検測でも異常値は検測されていない。

5. おわりに

今回施工した排水ボーリングによる地下水の抜き取りが、地滑りに対する抑制効果を発揮することが確認できた。しかしながら完全に地滑りの進行が停止したわけではなく、進行速度が緩やかではあるが、今後も豪雨時に変状が進行する可能性がある。また、排水管が目詰まりを起こし、排水効果が十分確保できなくなることも考えられる。したがって、今後も地下水位、土留擁壁の傾斜、軌道の水準等についての計測を継続し列車の安全運行確保に努める。

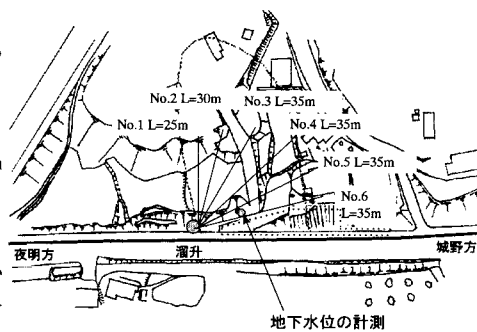


図-4 排水ボーリング施工概要図

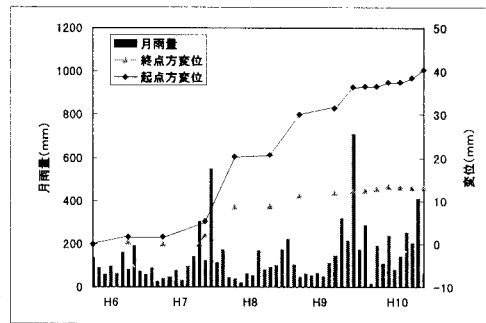


図-5 擁壁の変状と降雨の関係（5年間）

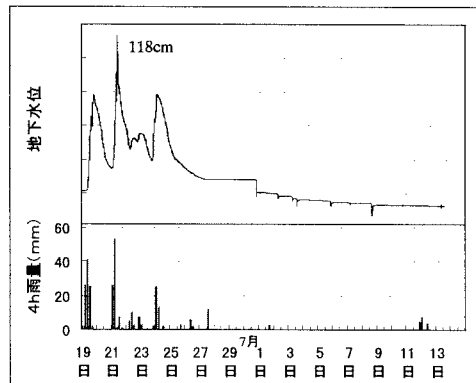


図-6 地下水位と降雨の関係