

泥炭性軟弱地盤における地震時の堤防内部変状について

国土交通省 正会員 井出 康郎
 中本 敏昭
 (株)エーティック 正会員 ○瀬川 明久
 港 高学

1. はじめに

北海道中央部～西部の石狩川下流域では、石狩低地帯と呼ばれる沖積低平地が形成されている。この低地帯の表層部分には、軟弱な泥炭からなる泥炭性軟弱地盤が広く分布し、石狩川下流域の堤防はこの地盤上に築造されている。

この泥炭性軟弱地盤上の堤防開削調査により、堤防内部で地震の影響によると考えられる変状が確認された。本文では、この堤防内部に確認された変状について報告する。

2. 開削調査結果

変状は、石狩川水系幌向川左岸の西6号樋門(KP 6/0)と上部樋門(KP 1/4)の2箇所を確認された。

(1) 西6号樋門

本箇所では、堤体部分の開削を行い、図-1はその概略図である。変状は、旧築堤と嵩上げ盛土との境界部分の盛土材料中(粘性土)に脈状(砂脈)に貫入した状態であり(写真-1 参照)、砂脈は、堤防表面までは到達せずに、堤防内部で消失している。

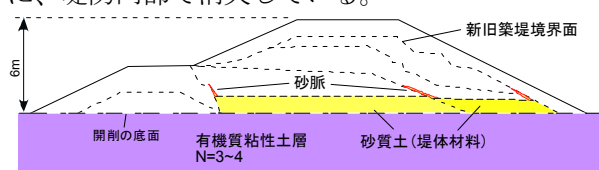


図-1 開削断面概略図

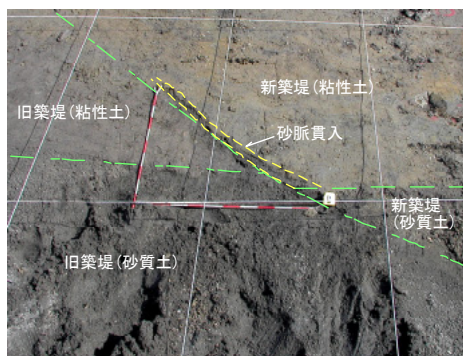


写真-1 堤体内への砂脈の貫入

(2) 上部樋門

本箇所では、樋門の基礎底面となる地盤まで開削を行い、図-2はその概略図である。変状は、堤防縦断方向に連続する幅 10～15cm の亀裂(砂脈)であり(写真-2 参照)、砂脈は、基礎地盤内から堤防内へ連続しているが、堤防表面までは到達せずに、旧築堤と新築堤の境界に施工されているサンドマット部で止まっている。

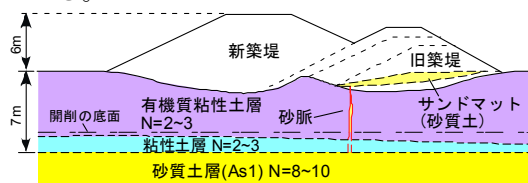


図-2 開削断面概略図

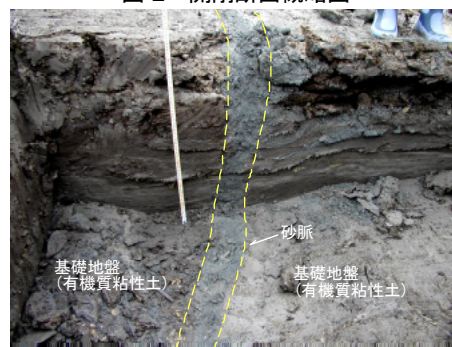


写真-2 基礎地盤内の亀裂(脈状に挟在)

3. 砂脈の材料検討

対象箇所とした樋門新設箇所では、どちらの変状も亀裂内に砂が充填されている状態である。

西6号樋門箇所の亀裂を充填する砂は、新築堤部の砂質土層から連続する小規模の亀裂であり、堤防材料を起源とする砂であると判断できる。

上部樋門箇所については、亀裂の規模から基礎地盤下位の砂質土層(As1)から連続していると考えられることから、砂の起源特定のため粒度試験と目視による構成物質を確認した。図-3は粒度試験による粒径加積曲線図である。試料は亀裂を充填する砂、サンドマット部の砂、樋門の事前調査による有機質粘性土層下位の砂層(As1)の砂を用いた。

Keywords: 河川堤防, 堤防災害, 液状化, 泥炭性軟弱地盤

〒063-0801 札幌市西区二十四軒1条5丁目6番1号 TEL011-644-2845 FAX011-644-2895

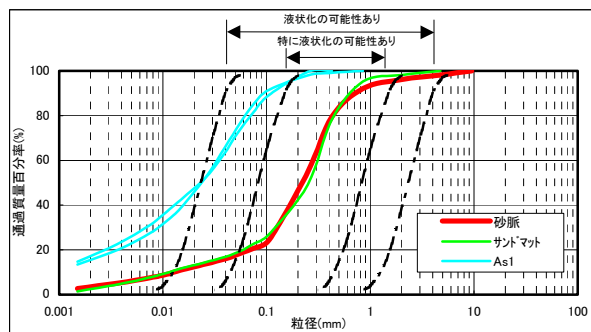


図-3 粒径加積曲線図

図-3は砂脈と、サンドマット、堤体基礎地盤の砂質土層(As1)の粒度構成を比較したものであり、砂脈とサンドマットはほぼ同じ粒度構成であることがわかる。目視によれば砂脈の礫には、サンドマットに含まれる特徴的な粘板岩等の堆積岩礫と赤褐色の焼ズリ礫が含まれており、砂脈はサンドマットの砂が亀裂を埋めたと推定できる(写真-3 参照)。

サンドマット部の砂

砂脈の砂

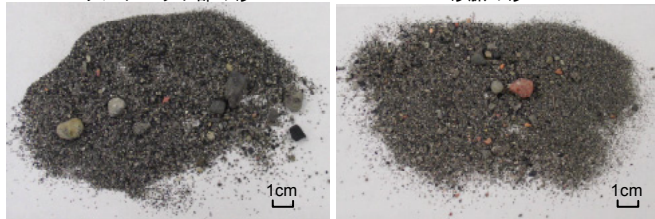


写真-3 サンドマット・砂脈から採取した試料

4. 考察

(1) 内部変状原因の推定

堤防内部の砂脈の存在は、堤体および基礎地盤の潜在的弱部に亀裂が発生する要因があったことを示唆し、その外力は、地震による影響の可能性が高い。

堤防の変状発生時期は堤防履歴から、昭和 38 年(1963 年)以降であると考えられ、この地域の栗沢、新篠津、江別における 1963~2002 年までの地震記録(気象庁)はなく、2005 年に栗沢で「平成 15 年十勝沖地震」(平成 15 年 9 月 26 日発生)によるこれまでに最大の震度 5 弱の揺れを観測している。また、現地より約 10km 北東の岩見沢では、1963 年以降で震度 3 を 14 回、震度 4 を 6 回記録している。

他の河川堤防では、震度が小さくても長周期の地震による被災履歴もあることから過去の地震により、発生した可能性もあるが、平成 15 年十勝沖地震によるこの地域の堤防災害では、液状化現象による堤防縦断方向の亀裂や法すべりなど外観上で確認できる破壊現象が発生していることから、今回の変状箇所についても同地震による影響である可能性が高い。

地震の影響による変状の過程は、西 6 号樋門箇所では、

は、震動により新旧築堤の境界部の不均質な部分が緩み、同時に堤防材料の砂質土内に液状化現象(間隙水圧上昇)が発生し、水圧は下側の有機質粘性土層に遮られて、上側に発生した緩み部分に作用し、境界部を押し広げて砂質粒子とともに貫入したものと推定される。

上部樋門箇所については、亀裂を充填する砂が亀裂上端部にあるサンドマット部の砂であることから、西 6 号樋門箇所での変状過程と若干異なる。この箇所での変状過程は、圧密沈下し素地部と比較して強度の高い堤体直下の泥炭性軟弱地盤に堤体形状の影響で地震動により不均一な応力が発生し、亀裂が生じた可能性が高い。これと同時に下位の砂質土層の液状化現象(間隙水圧上昇)による水圧が亀裂部に作用し、亀裂を押し広げながら地下水とともに砂質粒子が流入し、間隙水圧の消散とともに亀裂上端部のサンドマットの砂質粒子が亀裂内に吸い込まれたものと推定される。

(2) 堤防内部変状の危険性

堤防内部の変状については、対象地域での過去の被災に関する調査結果でも、泥炭性軟弱地盤の圧密沈下によるゆるみや空洞の存在、あるいは新旧築堤の施工境界部での乱れや液状化が確認されているが、今回の調査により、地震によって堤防内部の盛土境界などの不均質部分が弱点になる可能性と圧密沈下により強度の増加した泥炭性軟弱地盤での亀裂発生の可能性が示唆された。堤防内部のこのような変状部分は、堤防内部に潜在する弱点部となり、洪水時における漏水から破堤への原因となる場合や今後の地震による変状部分の拡大、大規模クラックの発生、堤体崩壊といった危険性が潜在するものと考えられる。

5. おわりに

地震の影響による堤防内部の変状は、今回対象とした箇所以外でも、地質や堤防が構造的に不均質な条件となる箇所、旧河道跡や自然堤防の縁部などの砂地盤で液状化の発生し易い箇所では、すでに潜在している可能性がある。

今後は超軟弱な地盤上に築造される堤防の安全度を向上するために、堤防内部の変状についての調査手法や管理手法を策定する必要があるものと考えられる。

<参考文献等>

- ・井出,他:土木学会第 59 回年次学術講演会(1-174),「平成 15 年(2003)十勝沖地震による清真布川の被災について」,pp347-348,2004 他