

第3章 陥没発生メカニズムの考察

3-1 陥没に至るまでの道路改良の変遷

当該道路は、北炭時代の昭和10年頃までに沢部を盛土（旧道盛土：推定盛高約3.5m）で通過していることから、横断管はその頃に設置されていたと考えられる。なお、旧道盛土時の横断管の規格は、掘削調査により管径φ600mmで、管種はコンクリート普通管と推定した。

昭和22年から昭和36年までの道路整備により盛土（旧道盛土）は拡幅され（旧市道盛土：推定盛高+約7m）、管径φ600mmの横断管の吐口側に管径φ800mmの横断管とマンホール、石積擁壁が設置されたと考えられる。その後、道路は昭和53年10月に三笠市から北海道へ移管され、昭和59年の道路整備により当該箇所の盛土をさらに拡幅した（道道盛土：推定盛高+約3m）。

このように、横断管の管理者が不明なまま、道路整備により盛土が繰り返されて高い盛土となった。

3-2 陥没発生メカニズム

① 横断管の損傷

現地掘削の結果、横断管の流出区間および頂部や継手等の損傷位置は、管径φ600mmの横断管が設置された盛土高の高い箇所である。このことから、道路整備により盛土が高くなり、横断管への上載荷重の増加が横断管を損傷させたと考えられる。また、管自体の老朽化も要因の一つであったと考えられる（図3-1参照）。

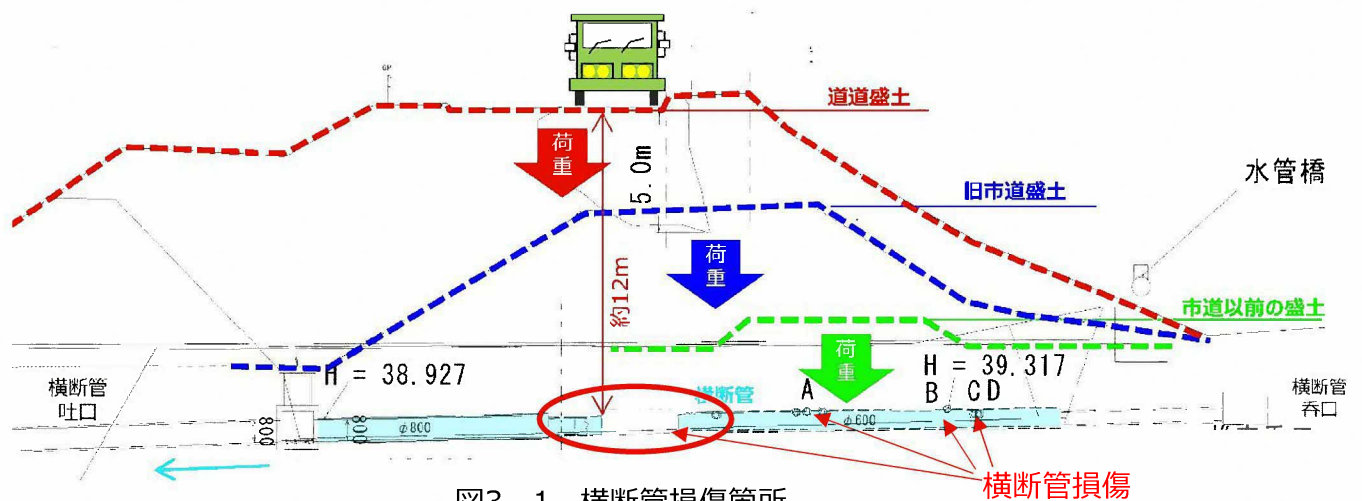


図3-1 横断管損傷箇所

② R側沢部の度重なる滞水と盛土への浸透

横断管呑口が土砂によりで閉塞した排水機能不全により、R側沢部は融雪期や豪雨時に度々滞水した。その結果、滞水した沢水は盛土へ浸透したと考えられる。

③ 盛土内への沢水の浸透と空洞化の始まり

度重なるR側沢部の滞水により、沢水が盛土内へ浸透し地下水位が上昇し、水みちが形成されたと考えられる。水みちを通じて、横断管損傷部の周辺から盛土材の内部侵食が発生し、盛土の深部において空洞が生じ始めたと考えられる。

盛土材の大半は砂質粘土で（細粒分含有率76%、図2-5参照）、長期間飽和状態となることで次第に流出しやすくなったと思われる。

④ 盛土内への浸透水の増加と盛土の強度低下

令和3年11月9日17時から11月10日10時にかけての大雨（90mm/17時間）により、R側沢部では水管橋空気弁天端を約2.5m超える水位まで滞水した。R側沢部の滞水は盛土内に浸透し、地下水水位の上昇に伴い盛土材の飽和度が上昇したと考えられる。令和3年11月11日午後を確認したR側沢の水位の痕跡について図3-2に示す。



図3-2 R側沢部の滞水状況と上昇した大雨時の水位の痕跡

⑤ 盛土上部が崩落し陥没が発生

盛土材の飽和度が増加して土のせん断強度が低下し、アーチ効果により保持されていた盛土上部や路盤・舗装部を自力で支えられなくなり、令和3年11月11日未明に幅7.1m、延長6.2m、深さ5.0mの陥没が発生したと考えられる（図3-3参照）。

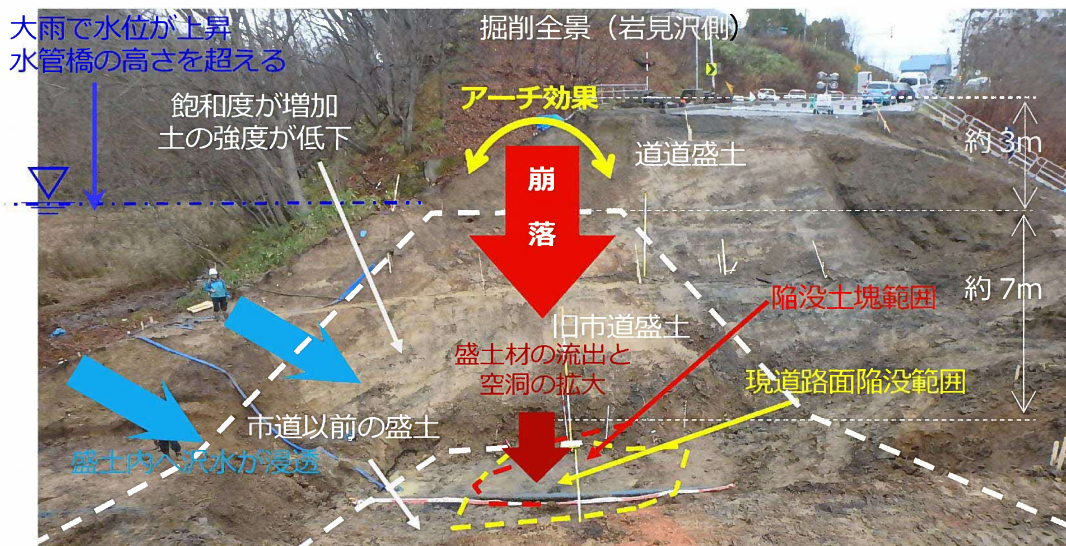


図3-3 調査掘削法面（岩見沢側）全景と路盤・舗装部の崩落イメージ

⑥ 横断管内閉塞物の吐口からの流出

盛土上部の崩落により、横断管内の水圧が一気に高まり、横断管内に溜まっていた土砂とともに管の破片を吐口側へ押し流したと考えられる。押し流された管の破片や土砂は吐口付近で扇状地状に堆積した（図3-4参照）。



図3-4 横断管吐口付近に堆積した旧市道盛土に由来する流出土塊

第4章 復旧方針

4-1 応急対策工

当該路線は、岩見沢市と桂沢湖、富良野方面を結ぶ日交通量2,800台にも及ぶ幹線道路である。また、現在の通行止め区間は、地域における生活道路として多くの住民が利用している。そのため、早期の交通確保が必要である。

本復旧には、排水施設の整備や盛土工事などに多くの時間を要することから、応急対策を実施し、早期の通行止め解除を目指した。応急対策は、現在の掘削箇所を跨ぐ仮橋案と仮排水を敷設し盛土を行う盛土案について検討した。仮設工事に要する期間や経済性を比較した結果、冬期間における施工の確実性や恒久対策工事の施工性等を考慮し、仮橋案を採用した。

4-2 恒久対策工（案）

排水施設の整備に当たり、当該箇所に必要とされる流下能力・耐久性・安全性を確保した構造を有する排水施設を検討し、河川管理者と協議を行い計画する。

対象となる流域面積は0.5 km²、流路長は840mとなっている。また、当該河川は、「普通河川の技術基準（案） 北海道建設部河川課」より、対象となる降雨強度の計画規模が10年から30年確率の範囲となるが、河川管理者との協議により、10年確率で計画する。これをもとに算出すると、当該箇所での対象流量は、6m³/秒となる。流域面積が1 km²未満の場合は小規模河川に該当する。橋梁と函渠構造の比較を行い、迂回路の設置の施工性や経済性から函渠構造を採用する。

函渠の断面については、対象流量に対する計画河川断面を検討し、その断面に見合う函渠断面を考える。また、河川断面としては対象流量に対し、上流の河床幅が1m程度であることから、計画河床幅を1mとした。護岸勾配については、自然型かごマット護岸の標準勾配の1：0.5と設定した。この河川断面が入る函渠の断面として、横3m、縦2mの矩形の断面を計画する。

4-3 設計施工上の留意点

既設横断管は、路面から約12mの深さに敷設されていたが損傷が著しく、一部は既に管体が流出している状態である。そのため、恒久対策の設計にあたっては、以下の対応方針とした。

- ・ 道路区域内の既設横断管は撤去する。
- ・ ただし、水管橋の橋台付近は掘削により橋台の安定性に影響を与える懸念があるため、橋台周辺の一部にコンクリートを充填するなど、適切な対策を講じる。
- ・ 良質な土砂により函渠の埋め戻しや道路盛土を行う。

第5章 今後の課題

当該道路陥没のメカニズムが判明したことから、再発防止に向けた取り組みとして、今後の横断管の維持管理手法について技術検討会委員から、以下の助言があった。

- ・ 地図を見たり古い設計図書を確認するなどして、横断管の箇所を把握することが必要。
- ・ 箇所数が膨大であることから、ある程度ポイントを絞って実施するのが現実的。
- ・ ルーチンワークのように5年に1回くらいで定期的に点検を実施する事が必要。
- ・ 異常出水のあった後などに点検するのが有効。
- ・ 排水経路上、呑口へと適切に流入されているか、吐口からどのような流出物があるかなど確認。