

用地的制約を受ける市街地での擁壁設計



菅井 文彦



長谷川 直久

REPORT

技術本部 道路構造部 菅井 文彦

〃 道路構造部 長谷川 直久 技術士（建設部門）

概要

札幌市が管理する道路構造物は、構造物毎に長寿命化に向けた施策に取り組みられているが、生活道路などに構築された小規模な擁壁に対してまで及ばないのが現状である。

このような長寿命化修繕計画に該当しない道路構造物に対しては、道路機能としての使用性に支障が生じた段階で、事後保全的に修繕に取り組んでおり、今回対策工について検討を行った擁壁は、まさにこれに属する構造物である。対象とする擁壁は、民家が近接する生活道路の法止めとして設けられており、用地的制約により施工ヤードも限られることから、現地状況に合致した工法を採用する必要がある。

本稿では、老朽化した法止め擁壁に対して、近隣住宅及び通行車両に対する安全性の向上と今後の維持管理の軽減を目的とし、経済的且つ確実な施工方法を提案した事例について紹介する。

キーワード | フーチングレス・パネル工法、施工性、維持管理性、支持力不足

1. 現地状況

1-1. 道路

対象とする擁壁上の市道は、道路区分が第3種第4級、設計速度が20km/h、幅員は路肩0.75m+車道2@2.75m+路肩0.75mの有効幅員7.00mの道路である。路肩の外側にはU型側溝または皿形側溝がある。通行車両は乗用車が大半を占め、通過交通は無く、近隣住民が使用するための生活道路である（写真1-1. 現況写真参照）。



写真 1-1 現況写真

1-2. 擁壁

本擁壁は、札幌市が管理する市道下の法止め擁壁であるが、宅地造成の際に設けられたもので、竣工当時の資料は一切ない状況であった。現地で擁壁下面を確認するため試掘を行い2.0mの根入れを確認した。擁壁形式はブロック積擁壁（布積み）で施工されてお

り、延長は約30.0mであった（写真1-2. 法面及び擁壁状況参照）。



写真 1-2 法面及び擁壁状況

2. 損傷状況

2-1. 道路

舗装面は縦横両方向のひび割れが確認され、特に縦断方向のひび割れが卓越している。ひび割れの要因は、道路中心から擁壁側に向かって路面が大きく沈下しており、道路端部では最大で36cmの高低差が生じているためと推定できる。（図2-1. 現況横断面参照）。

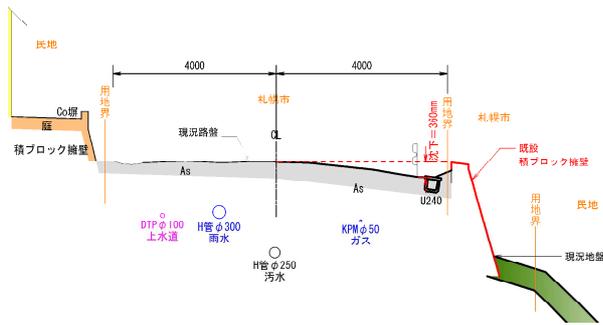


図 2-1 現況横断面図

2-2. 擁壁

擁壁では、積みブロックの剥離や段差、ひび割れが生じており、間詰め部では浮きを確認した。損傷の主な要因としては、道路の沈下による地盤沈下の影響及び凍結融解、経年劣化と推定できる。

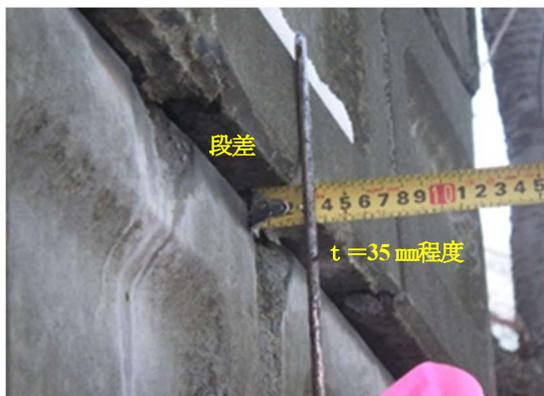


写真 2-1 積みブロック擁壁段差状況



写真 2-2 擁壁損傷状況

3. 設計条件

3-1. 測量結果

用地境界は、道路中心から左右に 4.0m 幅の位置となっている。擁壁設置区間は、更に約 2.0m 擁壁側に用地が広がっており、この擁壁前面の 2.0m を含む道路敷地内の中で擁壁を計画しなければならない。地下埋設物は、現道下に上水道φ100、雨水管φ300、汚水

管φ250、ガス管φ50が埋設されており、擁壁背面にアンカーやストリップを有するような擁壁構造は適用が難しいと言える(図 2-1 現況横断面図参照)。

3-2. 地質調査結果

調査地の地層は、支筋火砕流堆積物の未溶結部からなる粗粒火山灰(Dv)に代表され、N値による硬軟によって、上部(Dv1)と下部(Dv2)に大別できる。

粗粒火山灰(Dv)の上位には、分解が進んだ褐黒色の有機質土が分布しており、これはかつての斜面の表層部に分布していた表土(旧表土層:S')と思われる。この旧表土層(S')は、層厚 90cm 程度で調査地点間(B-1とB-2)で約 30度の傾斜で分布しており、連続性は良いと想定される。

調査地点の最上位には、緩い粗粒火山灰からなる盛土(B)が分布している。

この条件から判断すると、支持地盤はGL-11m以深となるため、直接基礎は難しく、基礎杭または土圧軽減形式の擁壁が好ましいと考えられる(図 3-1. 地質調査結果図参照)。

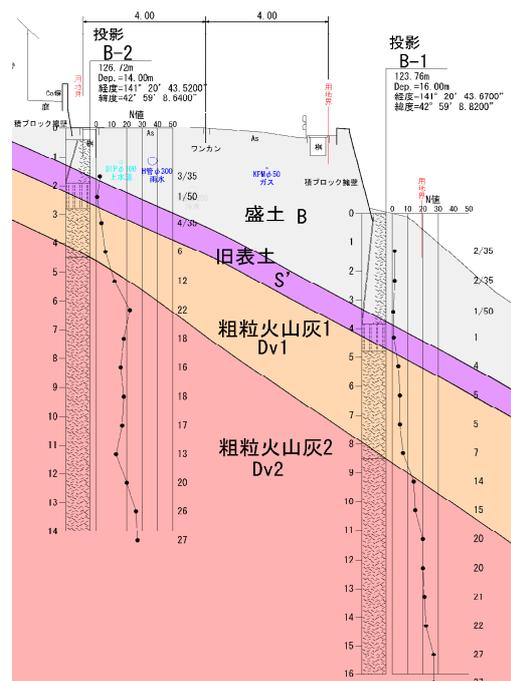


図 3-1 地質調査結果図

4. 工法選定

4-1. 一次選定

道路土工擁壁工指針等に示されている擁壁形式を一次選定案として抽出し、以下の現地条件に合致するものを二次選定案とした。

①現地への適合性…住宅地内に設置するため、大規模な資機材や仮設を必要とするなど地域条件に合致しない構造形式は除外される。

②基礎条件…擁壁位置の地盤は盛土となり、底版下面でのN値は「2」であるため、良好な基礎地盤を必要とする構造形式は除外される（直接基礎形式とする場合は擁壁高15m程度となるため、直接基礎形式の擁壁は除外）。

③地下埋設物…現道下には雨水管、污水管などの地下埋設物が存在するため、フーチングや敷設材を有する構造形式は除外される。

④民地境界までの距離…現況道路敷地内に設置するため、用地外まで影響を与える構造形式は除外される。

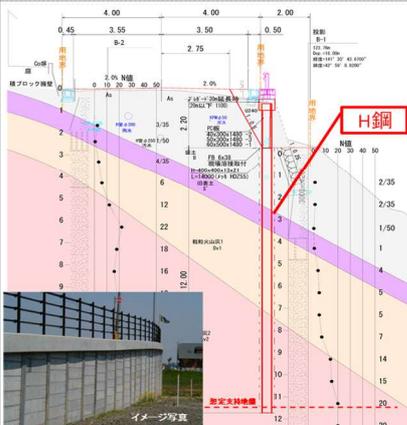
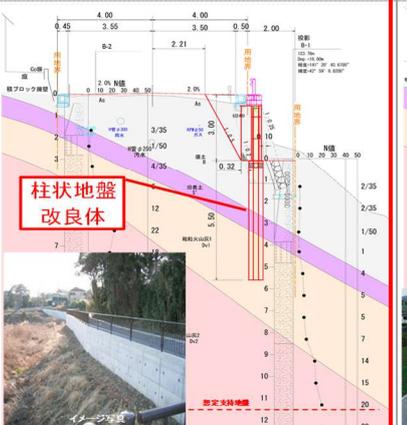
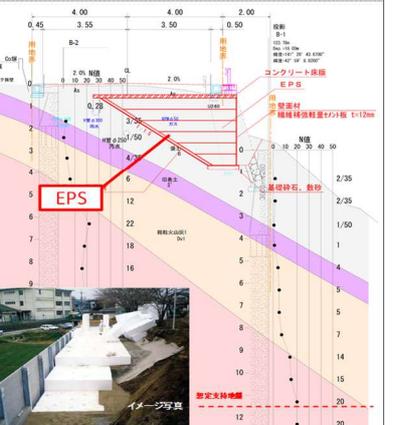
これらの条件から考えられるのは、軽量材を用いた擁壁、山留式擁壁、地山補強土工法の3形式である。ただし、地山補強土工法については、概略設計を行った結果、NGであったため、二次選定案から除外する。よって、自立式を2案とし、以下の3案で二次選定を行うものとした。

第1案：自立山留め式擁壁

第2案：自立式擁壁（フーチングレス・パネル工法）

第3案：軽量材を用いた擁壁

表4-1 二次選定比較表

工法	第1案 自立山留め式擁壁	第2案 自立式擁壁（フーチングレス・パネル工法）	第3案 軽量材を用いた擁壁（EDO-EPS工法）
工法概要	山留め壁の曲げ剛性とその根入れ部の土の横抵抗のみによって背面土圧を支える形式の擁壁である。本工法は一般的な擁壁形式の設置が困難な箇所の代替形式として、選定される擁壁形式である。	フーチングレス・パネル工法は自立式擁壁工法である。名称の通り、フーチング（底板）が無い構造のため、施工時の自由度が高く、従来のL型擁壁では施工できなかった様々な場所で施工可能な工法である。	本工法は、裏込め材料に自立性や自硬性を有する軽量材（EDO-EPS）を用いて土圧の軽減を図ることで壁面材を簡略化し、この壁面材と軽量材が一体で擁壁としての機能を発揮する工法である。
概要図			
比較項目	<p>構造性 壁高は4m程度以下で締まった砂質土盤等に適用されることが多い。杭のサイズを大きくし杭頭変位を抑えることが可能。 ◎</p> <p>施工性 H鋼杭の打設後にPC板をはめ込み、その上部に笠コンクリートを現場打て施工。 ◎</p> <p>維持管理性 メッキ仕上げのH鋼であるが、経年劣化により防食性能は低下し、維持管理が必要。 ○</p>	<p>構造性 柱状土盤改良体による強度増加を見込んだ地盤中に打設される鋼管のβを求め、3/βを満足する根入れ長を決定。 ◎</p> <p>施工性 プレキャストのコンクリートパネルを建て込むことにより、擁壁構造とする。 ◎</p> <p>維持管理性 鋼材は地表面に出ることなく防食性は保持でき定期的なメンテナンスは必要ない。 ◎</p>	<p>構造性 単位体積重量が0.12~0.45kN/m³で一般的な土砂の1/50~1/100であり、盛土荷重を軽減したい擁壁背面材として活用。 ○</p> <p>施工性 道路を開削し支障物を仮受けや移設しての施工となる。施工時は全面通行止め。 △</p> <p>維持管理性 擁壁本体はメンテナンスフリー。支障物の工事が発生した場合は再度敷設が必要。 ○</p>
直工	<p>工期 30 m 14 日 ◎</p> <p>材料費 PC板、親杭 13,772 (千円)</p> <p>設置費 6,713 (千円)</p> <p>合計 20,485 (千円)</p> <p>比率 292.3%</p>	<p>工期 30 m 20 日 ○</p> <p>材料費 パネル、FP鋼管 5,182 (千円)</p> <p>設置費 1,825 (千円)</p> <p>合計 7,007 (千円)</p> <p>比率 100.0%</p>	<p>工期 293 m² 22 日 ○</p> <p>材料費 EPSブロック、ウォール材 8,752 (千円)</p> <p>設置費 2,022 (千円)</p> <p>合計 10,774 (千円)</p> <p>比率 170.0%</p>
評価	自立での杭形式の擁壁では、本案が安価となるケースが多いものの、本現場は良好な支持地盤が10m以深と深く、工事費が高む結果となった。 △	基礎杭は地盤改良体内に杭を打設するため、杭長は5.5mと非常に短く経済的である。このため、総合的に判断し、本案を現場条件に適合した最適案として推奨する。 ◎	経済性においては、第2案より劣り、施工時においても現道に対する影響が大きい。また維持管理においても他案より劣る。 △

4-2. 二次選定（表4-1. 二次選定比較表参照）

第1案は、自立の杭形式擁壁であり、一般的に安価となるケースが多いものの、本現場は良好な支持地盤の分布が11m以深と深く、杭長が12m且つH-400の使用となり工法的に限界に近い条件であったことや、工事費が高価で現地条件にもなじまないため不採用とした。

第3案は、経済性において第2案より劣り、施工時においても現道に対する影響が大きい。また維持管理においても現道を掘削する工事が発生した場合は深さ方向に対する配慮が必要となるため不採用とした。

第2案は、自立の杭形式であるため、現道に対する影響が小さく、基礎杭は地盤改良体内に杭を打設する

ため、杭長を5.5mに短くすることが可能となり経済的で地域条件にも合致する。これらから、総合的に判断し、第2案を現地条件に適合した最適案として選定した。

5. 工法概要

フーチングレス・パネル工法は、自立式の擁壁工法である。名称の通り、フーチング（底板）が無い構造のため、施工時の自由度が高く、従来のL型擁壁では施工できなかった様々な場所で施工可能な工法である。φ600~700mm 深さ 2900mm 以上の柱状地盤改良体にφ165.2~267.4mmの鋼管を地上に突出させて建て込

み、センターに穴のあいたコンクリートパネルをその鋼管にセットして自立式擁壁を築造する。本工法は、柱状地盤改良体による強度増加を見込んだ地盤中に打設される鋼管の β （杭の特性値）を求め、 $3/\beta$ を満足する根入れ長を決定する構造である。軟弱な支持地盤が続く場合でも、杭長を抑えることが可能な工法である（図5-1. 工法概要図参照）。

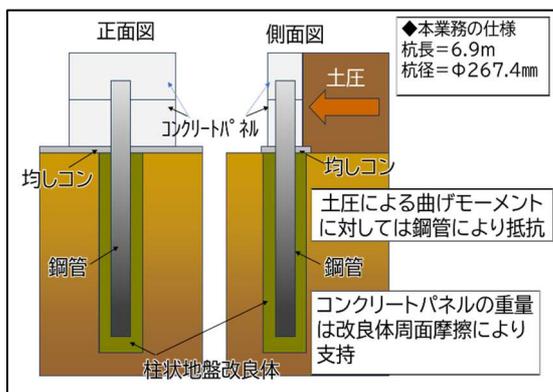


図5-1 工法概要図

6. まとめ

6-1. まとめ

①地域条件（周辺環境や用地的な制約）

埋設物や家屋など支障物件が多い市街地において本工法は有効である。L型擁壁や逆T式擁壁のようにフーチング（底版）がある擁壁は、埋設管などの支障物がある場合や将来的に埋設管の敷設が予定されている場合は、フーチングが支障になる場合がある。本工法は、道路下占有空間が確保できるため、埋設物との干渉を避けることが可能となる。また、擁壁背面を道路として使用している場合、掘削の際には車両通行が出来ない場合が多いものの、本工法は掘削幅が狭いため夜間や休工中に通行止めにすることなく工事が可能であり、近隣住民への影響を最小限に抑えることが可能である（写真6-1. 鋼管建込状況参照）。



写真6-1 鋼管建込状況

②地盤条件（軟弱地盤対応）

支持力が不足している地盤上においても、柱状地盤改良体により、比較的安価に擁壁構造を構築可能である。L型擁壁では、地盤支持力が不足している場合、基礎杭または地盤改良を行わなければならないが、本工法は、柱状地盤改良体に鋼管杭を建て込み擁壁化するため、支持力が不足している地盤においても施工可能である。

③工期（地域条件への対応）

大型の重機を使用しないことなどから、工期の短縮につながり、周辺住民への影響を最小限に抑えることが出来る。

④施工性（地域条件への対応）

パネル1個が最大770kgのため、今まで大型重機を搬入できず施工できなかった現場でも施工可能である。また改良体のプラントを3t ユニックに全て積載することが出来るため、夜間は交通開放が可能となる（写真6-2. 使用資機材積載状況参照）。



写真6-2 使用資機材積載状況（他現場参考写真）

⑤維持管理性

表面は全てコンクリート部材であり、定期的なメンテナンスは不要であるため、維持管理性に優れている。

6-2. 今後期待される活用方法

道路法面の法留めとしては多数の実績を有しているが、都市河川などの河川護岸としても利用出来れば、地盤条件・地域条件への対応が低コスト・短い工期で施工が可能のため、活用の幅が広がるものと考えられる。

河川護岸への適用については、今後の施工・審査実績等の状況を踏まえて提案していきたい。

最後に、本稿を作成するにあたり、弊社技術レポートの主旨にご理解いただき、多大なるご指導を賜りました札幌市南区土木部に深く御礼申し上げます。