

2.6.5 アンカー工

(1) 地すべり対策におけるアンカー工

グラウンドアンカー工（以下アンカー工という）とは、引張り力を地盤に伝達するためのシステムで、グラウトの注入によって造成されるアンカー体、引張り部、アンカー頭部によって構成される。すなわち、アンカー体を適切な地盤に造成し、のり面等に設置した頭部の受圧構造体を介してアンカーの引張り力を地盤全体に伝達することで土塊を抑止するものである。地すべり対策では、アンカー工により必要抑止力に見合った引張り力を導入することで地すべり滑動を抑止する。アンカー工の抑止効果には、引き止め（待ち受け）機能と締め付け機能があり、地すべりの形体や規模（すべり面の深さや角度等）、地すべり滑動状況、地質条件（土砂または岩盤）等により、その機能の両方または片方のみを期待して設計される。受圧構造体としては、枠工、独立受圧板等が用いられることが多い。また、アンカー工は杭工やシャフト工と併用したり、既存の擁壁と組合せて用いられる場合もある。以下にその主な特徴について列記する。

①自然斜面、切土のり面など地形を問わず施工が可能である。また、斜面の下方など、施工位置を自由に選択できる。②初期にある程度の緊張力を与える（プレストレスを導入する）ことにより、地すべり滑動を拘束することができる。すなわち、地すべりによる変形量の少ない段階で抑止効果を与えることが可能となるため、周辺構造物に影響を与えることが少ない。③末端部などで、土塊を排除しながら上部から徐々に施工（逆巻工法）することが可能である。

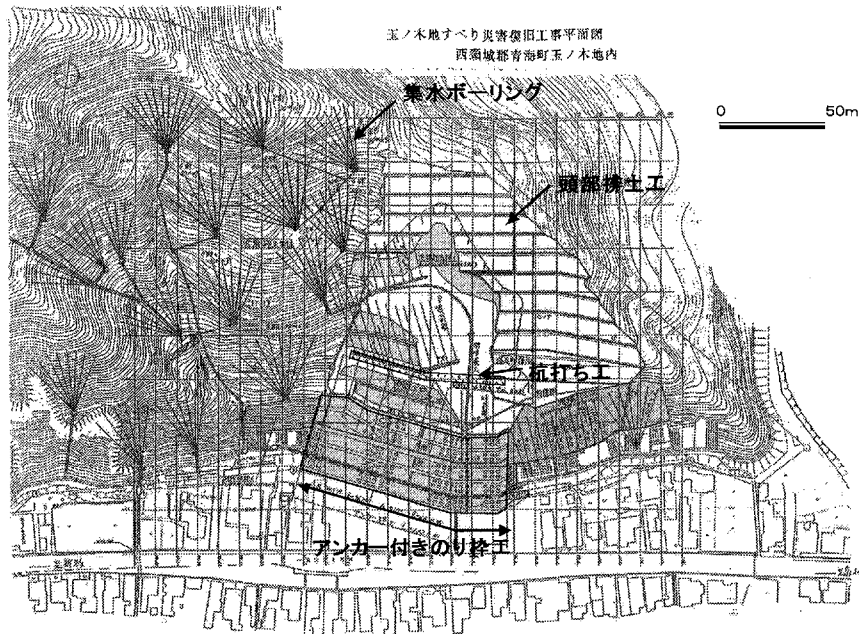


図2.6.27 玉ノ木地すべり災害復旧工事平面図¹⁾

(2) 「玉ノ木地すべり」での取り組み

(表紙写真参照)

新潟県の地すべり対策において、初めて本格的にアンカー工が用いられたのは、「玉ノ木地すべり」である。玉ノ木地すべり災害は、1985（昭和60）年2月15日、新潟県の最西端の西頸城郡青海町（現糸魚川市）玉ノ木地内で発生し、住宅、非住宅合わせて12棟を全半壊させ、死者10名、重軽傷者4名を出す大惨事であった。地すべりは通称熱田山（標高170m）の中腹で発生し、規模は長さ110m幅70m、

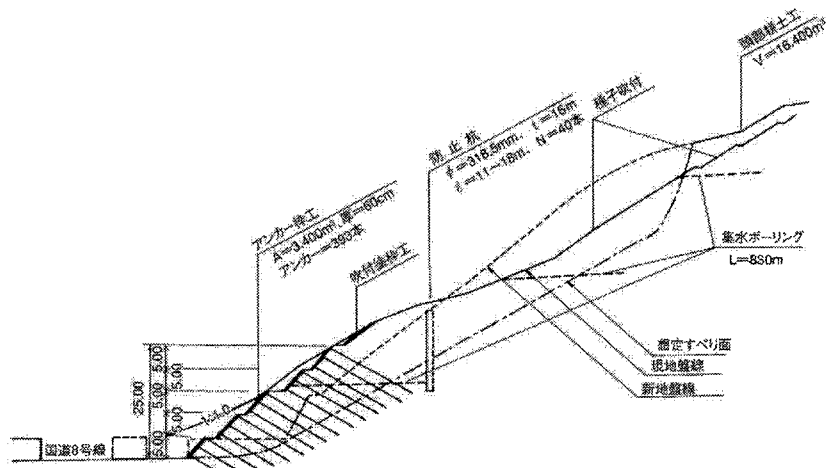


図2.6.28 玉ノ木地すべり災害復旧工事断面図¹⁾

移動土塊約4万 m^3 で、頭部には幅80mにわたり高さ30mに達する滑落崖が形成された。地質および地下水調査結果、その解析結果に基づき、対策工事は中腹部で集水工、杭工、末端部でアンカー工が採用された。各施工段階での安全率 (F_s) フローを下図に示す。このフローからも、アンカー工に大きな施工効果を期待した工事であったことが読み取れる。

①現況	$F_s=0.95$	移動観測結果を基に設定。C=17kN/ m^2 $\phi=23.72^\circ$
	↓	$F_s=1.20$ に対する必要抑止力 PR=2276.4 kN/m
②水抜きボーリング + 杭工施工後	$F_s=1.13$	水位低下 1.0m
	↓	$\phi=318.5mm$, $t=16mm$, $N=40$ 本、1.65mピッチ
③末端部復旧 (切土工施工後)	$F_s=1.02$	切土量V=13,526 m^3
逆巻施工により③③'は同時進行	↓	$F_s=1.20$ に対する必要抑止力 PR=1906.4kN/m
③' アンカー工施工後	$F_s=1.20$	保全対象は人家、国道8号、J R 北陸本線

図2.6.29 玉ノ木地すべり対策フロー図

今日では施工事例も多いアンカー工であるが、当時は地すべり対策工として大規模に施工した例がなかったことや、地すべり末端部を切土することに対する慎重論があった。それでも、アンカー工を採用したことに関しては、次のような理由があった。

①南側を標高100m程度の急峻な山地、北側を日本海で挟まれた幅200m程度の狭く細長い平坦地に多くの人々が生活していること。その平坦地に国道8号とJ R 北陸本線が通る交通の要所でもあること。②被災住民が従来の土地で生活することを強く望んだことから、被災地に生活空間を復元する必要があった。③地すべりブロックが住宅背後の斜面であるため、圧迫感が少ない工法が必要であった。④親不知、小不知県立自然公園に隣接するため、景観的にも植生が併用できる工法でなければならなかった。

これらの条件に加え、技術的に考えても、杭工とアンカー工の組み合わせは、アンカー工が地すべり土塊を抑えるとともに、杭より下方斜面のすべりを抑えるという効果を受け持つ点で、最適であるという結論に至った。玉ノ木地すべりの復旧工事で施工されたアンカー工は15段 (のり面は5段) 393本で、のり枠工面積は3,400 m^2 であった。反力を受ける地盤がN値8程度の古期崩積土の再移動堆積物であることから、枠工は地盤支持力を考え、通常枠幅より大きいタイプが採用された。タイプは2種類あり、Aタイプは枠の幅1.3m、厚さ0.6m、枠の内の間隔は横1.7m、縦1.6m、Bタイプはそれぞれ1.1m、0.6m、横2.9m、縦3.0mとした。社会情勢から早期完成を期待されるなか、雨、雪、海岸特有の風という気象条件、狭い工事現場、周辺は人家密集地という悪条件により、工事は困難を極めた。

アンカー付きのり枠工は次のような順序で施工された。①削孔地盤までの切土、②アンカー削孔、③孔内洗浄 (定着層は白亜紀後期～古第三紀の太美山層群相当層の凝灰角礫岩であり、ベントナイト状の孔壁が形成される恐れがあったため、十分に行われた)、④アンカー tendon 挿入、⑤グラウト注入、⑥現場打ちのり法枠 (鉄筋

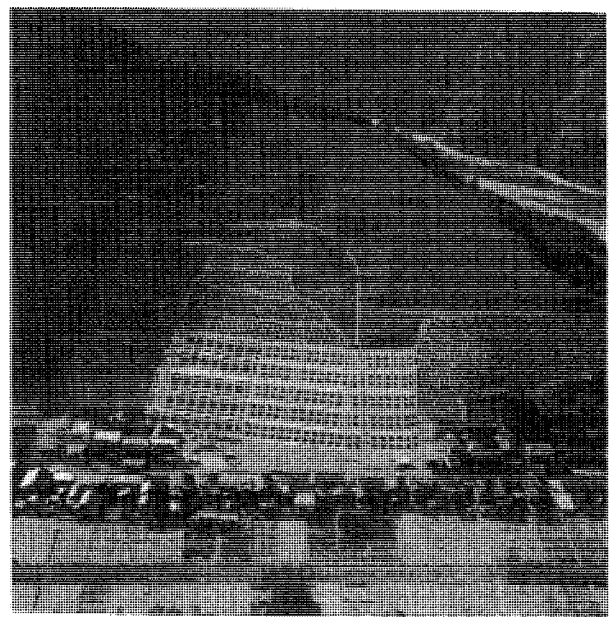


写真2.6.33 復旧工事が完成した玉ノ木地区全景¹⁾

組立→型枠設置→コンクリート打設)、⑦アンカー品質保証試験、⑧アンカー緊張、定着。なお、施工に先立ってアンカーの設計諸数値を把握するために、地盤載荷試験及びアンカー基本調査試験が1985(昭和60)年7月に3ヶ所で実施された。また、施工にあたっては安定度を極力失わないように逆巻工法とし、のり面1段(アンカー工3段)掘り下げる毎に、上記の手順でアンカー工を施工し、合計5段ののり面を完成させた。当初は、末端部の切土による斜面の不安定化が懸念されたが、逆巻工法により、アンカー工の利点が活かされる結果となった。

これらのアンカー工事は発生から1年が経過した1986(昭和61)年3月に着手し、同年8月末に事故もなく無事に完了した。数年後に枠工の背後地盤の水位が上昇傾向にあったため、追加の水抜ボーリングが行われた。プレストレスやグラウト等により土塊の透水性に変化が生じたものと考えられる。現在、工事完了から20年以上が経過しており、当時の状況を窺い知ることはできない。斜面上部は草木に覆われ、中腹から下方は巨大なコンクリート製の枠工が一面に敷かれて、今もなお、見上げる人たちに盤石の強さを誇示しているように見える。この後、アンカー工は地すべり対策工事の工種として桧舞台に登場するようになり、1985(昭和60)年7月に長野市で発生した「地附山地すべり」においても大規模に施工されたことは広く知られている。

(3) 今後の課題

①定着部の問題

摩擦型アンカーについては、亀裂性の定着地盤や湧水などが原因で定着不良になる危険性があるため、施工管理が重要である。岩盤とグラウトの付着強度は、大分類による岩盤対応および標準貫入試験打撃数N値に対比して示されているが、付着強度は岩種、岩質により不均質でばらつきがあり、単純にN値対比では決定し得ない。支圧型アンカーの場合でも、定着部の所要拡孔径ないし所要圧着力は定着地盤の種類・強度特性によって異なるため、事前の地質調査や試験が重要である。以上のことから、定着に関して高い安全率をとらざるを得ないのが実状である。

②地盤や定着構造体等の変形の問題

締め付け機能を期待する場合、土塊へのプレストレスにより大きな圧密・圧縮変形を起こさないことが基本である。また、引き止め機能を期待する場合は、地すべり土塊の推力により引張り鋼材やアンカーケーブル定着構造体等の構造物に変化が起ることを予測し、設計する必要がある。

③連鎖的破壊の問題

予想以上の外力が作用した場合、アンカーの局部的破壊が連鎖的に周辺のアンカーの破壊につながる危険性が考えられる。

④耐久性の問題

定着層の強度低下やアンカーの耐久性については、長期的な追跡調査が必要である。今後、事例の蓄積、解析により解明していく必要がある。

(田村 尚、堀田 亨)

引用文献

- 1) (財)新潟県建設技術センター(1988):玉ノ木地すべり災害の記録-恒久の平穏を願って-
- 2) 堀口寿彦(1998):「玉ノ木地すべり」地すべり学会新潟支部、新潟の地すべり'98、pp.227~233
- 3) 建設省高田工事事務所(1985):災害の記録-昭和60年1月~3月-
- 4) 糸魚川土木事務所(1995):玉ノ木地区急傾斜地崩壊防止施設災害復旧調査報告書
- 5) (社)日本道路協会(1999):道路土工-のり面・斜面工安定工指針
- 6) 建設省河川局(1997):河川砂防基準(案)同解説 設計編〔Ⅱ〕
- 7) 中村浩之:地すべり抑止工、地すべり防止技術研修テキスト、平成12年度版
- 8) 申潤植(1995):地すべり工学、山海堂
- 9) 地盤工学会(2000):グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説