

学位論文紹介

博士論文概要

論文名：各種地盤構造物の設計・施工トラブルの要因とその対策に関する事例研究

著者名：許 晋碩

指導教員：澁谷 啓（神戸大学）

授与年月：2012年9月

近年、集中豪雨や地震が全国各地で頻繁に発生しており、道路・宅地・鉄道盛土等の各種地盤構造物の崩壊事故が後を絶たない。2011年3月11日に勃発した東日本大震災では、仙台市周辺の宅地盛土が至る所で崩壊し、5か月後には、台風12号がもたらした豪雨により、関西地方の西部地域において多数の道路・鉄道盛土が甚大な被害を受けたのは記憶に新しい。一般に、地盤構造物が被災すると復旧には膨大な手間と費用がかかるため、市民生活ならびに産業の基盤としての宅地盛土の安全性の向上および道路・鉄道盛土の被害の軽減は、土木工学分野において喫緊に取り組むべき最重要課題の一つであると言える。

地盤構造物は、鋼構造物やコンクリート構造物と比較して、より環境にやさしく状況によってはより経済的である。一方で、土材料という自然の産物を使用するために品質管理が難しい点が足かせとなり、地盤構造物の安全性に対する信頼が相対的に低いのが現状である。とりわけ、トンネルやコンクリート壁面に近い盛土部分の締固め不足に起因する変状トラブル事例は数多い。ところがその事実さえも公表されることは稀であり、ましてや事後調査や対策工に関して工学的検討を加えたケースは数少ない。したがって、地盤構造物の変状あるいは崩壊の原因ならびに有効な対策工に関する知見が一向に得られていないのが現状である。地盤構造物への信頼性を高めるためには、各種地盤構造物の変状・崩壊事例から得られた教訓を積極的に公表し、実務の設計・施工に着実に反映する必要がある。

本研究では、著者の所属する研究室が主体的に関与したトンネル、コンクリートカルバート、補強土壁、等の地盤内構造物の変状・崩壊事例において、徹底的な事後調査・室内試験、動態観測ならびに汎用性の高い変形・安定解析を実施することにより、変状・崩壊の原因を究明している。さらに、解析により変状抑制のための具体的な事後対策工を提案している。この結果、パネル式、メタルフレーム等を用いた柔な壁面工の変状に対しては、壁面に剛な壁を設置してアンカー工により安定性を高める工法が最も有効であること、さらに、変状の原因は土質のばらつきによる盛土の締固め不足と水処理の不適切さにあること、等が明らかとなった。最後に、トラブルの原因の回避および事前対策のための地盤工学的的方法論を提示している。

本論文は、6つの章で構成されている。その研究内容は、1) 工事中に生じた設計・施工トラブルにおける原因解明と恒久対策、2) 地盤構造物のトラブルに対して迅速な対応が可能な定量的な工学的的方法論の提案、3) 頻発するトラブルの再発防止に向けての事前対策法の提言、に大別される。

第一章は序論とし、本研究の背景、目的および研究手法について述べている。

第二章では、地盤工学における事例研究の重要性を簡単に述べた上で、地盤構造物のトラブルの原因と対策に関する既往の研究成果をまとめている。具体的には、まず、地盤構造物の健全度に影響を及ぼす諸要因を地山や盛土が本来保持している内的条件による素因と外的条件による誘

因に分けて整理している。つぎに、現行の地盤構造物の設計・施工法を簡単にレビューし、地盤構造物における仕様設計から性能設計への移行状況について調査した結果をまとめるとともに、大規模地盤構造物のトラブル事例に対するアンカー工の採用事例を紹介している。最後に、地盤構造物の被害の原因となる地震と降雨のそれぞれに対する既往の対策工について簡単にまとめている。また、文献調査により、道路、鉄道、河川堤防、港湾等の地上線施設における耐震技術基準の変遷をまとめている。

第三章および第四章では、地盤構造物の工事中に何らかのトラブルが発生した5つの事例研究(事例1～事例5)の内容を詳述している。一連の事例研究では、まず、トラブルの原因解明のために、原位置調査および室内試験ならびに汎用プログラムを用いた数値解析を実施した。さらに、逆解析により変状に至る過程をシミュレーションし、最適な恒久対策を選定している。

第三章では、コンクリートカルバートの新設工事に伴う周辺盛土の変状トラブルに関する2つの事例(事例1～事例2)をまとめている。

事例1は、アーチカルバートの新設工事中に発生した亀裂・変形トラブルに関する事例であり、事例2は、既存盛土構造物にアンダーピニング工法でボックスカルバートを挿入する際に発生したカルバートの沈下トラブルに関する事例である。二つの事例に共通するトラブルの原因として、カルバートの裏込め工の締固め不良、地形による偏土圧、事前の地盤調査の不十分さ、が特定できた。

事例1の対策として、カルバートのヘアクラック目地の補修・剥落防止対策および経過観察ならびに動態観測を実施している。一方、事例2の対策として、締固め不足によりゆるい状態にあったコンクリートボックス周辺地盤の剛性を高めるためにグラウティングを施工している。

第四章では、補強土壁の工中に発生した変状トラブルに関する3つの事例(事例3～事例5)を議論している。事例3は、分割パネルを補強土壁の施工後に生じた壁面の変状が問題となり工事が中断された事例である。トラブルが発生した当時に応急対策が行われて以来、10年以上も放置されていた現場である。この事例では、地盤調査の不十分による問題に加えて、補強土壁の設計変更が変状の原因となった経緯をまとめている。事例4と事例5は、ジオシンセティックス補強土壁の変状トラブルに関する事例である。二つの事例に共通して、盛土材料のバラツキによる軟弱層の締固め不足が素因となり、浸透水による盛土材のサクシオン損失が誘因となり壁面変状が生じた事実が判明した。恒久対策として、雨水が盛土内部へ浸透することを遮断するための背面排水工、地盤剛性を高めるためのグラウティング、壁面の変位抑制および全体安全性の確報のためのグラウンドアンカー工を組み合わせることで対応している。とりわけ事例5では、無対策時の試し盛土の施工に伴う壁面変位と補強材(ジオテキスタイル)の伸びひずみを計測し、数値解析の結果の信頼性を検証している。

第五章では、第三章と第四章で述べた5つの事例研究を踏まえ、地盤構造物のトラブル原因と恒久対策を体系的にまとめている。さらに、一連の事例研究より明らかになったトラブル原因を踏まえた上で再発防止のための工学的対策を提言している。具体的には、既往の設計・施工マニュアルの改善に関する提言、地盤構造物の性能向上に関する提言、地盤材料のバラツキによるトラブル防止のため提言である。

第六章では、第二章～第五章で得られた知見をまとめて本論文の結論としている。