

日韓ジオテキスタイル補強土工法技術交流会開催報告

中根 淳* 間 昭徳**

1. はじめに

ジオテキスタイル補強土工法が日本に紹介され、材料特性の試験法や設計・施工法の研究が本格化してから既に20年以上を経過しています。その間、土木研究センターでは、土木研究所や民間企業と共同研究を実施し、その研究成果を基にジオテキスタイル補強土工法の普及促進を図るため、共同研究者等とジオテキスタイル補強土工法普及委員会を組織するとともに、「ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル」をとりまとめ発行しております^{1) 2)}。その結果、現在では、一般工法となり、既に多くの施工実績を有するようになっております。

その一方で、近年では性能設計をはじめとする、より合理的な設計法への転換、また新たな工法・材料の開発や新分野への展開、国際規準化との整合などの様々な技術的な課題が生じるとともに、国際的な技術の交流が望まれてきています。

これらの新たな課題やニーズに対応するために土木研究センター・ジオテキスタイル補強土工法普及委員会（以下「普及委員会」と言う。）は、隣国である韓国の技術者と、互いの情報交換を行いながら、双方が抱える技術検討課題について議論し合える日韓ジオテキスタイル補強土工法技術交流会（以下「技術交流会」と言う。）を設けることにしました。この技術交流会は、以下のような内容について討議しております。

- ・日韓のジオテキスタイル補強土工法の現状と課題の把握
- ・日韓のジオテキスタイル補強土工法の試験法、設計・施工法の考え方の紹介
- ・ジオテキスタイル補強土工法を巡る諸問題に関する意見交換

これまでの技術交流会は、表-1に示すように、2004年に韓国のソウル市にて第1回技術交流会を、2005年に第2回を日本の沼津市で、2007年には第

3回を韓国順天市で開催しております。技術交流会は、1日目を技術発表会、2日目を現場視察とする2日間の日程で、参加者は、我が国側からは普及委員会のメンバーを中心に大学・官・民よりジオテキスタイル補強土工法の実務に携わる若手

表-1 日韓技術交流会の開催経緯

	開催期間	開催地	参加者
第1回	2004/12/9~10	韓国/ソウル	日本8名/韓国18名
第2回	2005/12/6~7	日本/沼津	韓国18名/日本22名
第3回	2007/5/18~19	韓国/順天	日本9名/韓国23名

技術者を中心に、韓国側からはGISのメンバーを中心とした有志で構成され、会を重ねる毎に参加人数が増えています。

本報告は、現在までの技術交流会における技術発表会の内容と、ジオテキスタイルを用いた工事現場の視察状況について報告するものです。

2. 技術発表会での主な技術課題

2.1 ジオテキスタイルの試験法

ジオテキスタイルに関する試験法は、両国とも当初は繊維関連（テキスタイル）の試験法を引用していました。補強土工法の研究開発に伴い土とジオテキスタイルの相互作用による影響を地盤工学の観点から評価する試験法の必要性を問われ、幾度かの改訂を図り現在に至っております。韓国では、現在、韓国国家規格（KSKISO）としてISOと整合のとれた基準の整備が進められています。一方、日本でも、国際規準化への流れに応じてISOに準拠した試験法へ移行する作業が進めていますが、我が国固有の条件（地震や高い含水比の土質材料の利用など）に基づいて培ってきた独自の考え方（設計に用いる材料強度の取り方や土との摩擦抵抗を計測する土中引抜き試験）もあり、完全には一致しておりません。これら試験法について互いに試験法の成立の背景と現状の課題を理解し合え、また補強メカニズムに合った新たな試験法の開発の必要性についても共通の認識をもってたことは有意義な成果であったと考えます。

2.2 補強土工法の設計法

日本と韓国の補強土工法（補強土壁工法および軟弱地盤対策工法）の設計法を比較すると、基本的な設計の考え方、定着力や定着長の算定法などについては、両国ともほぼ同じ方法であります。しかし、補強土壁の設計法については、我が国では円弧すべりを仮定した安定計算をベースとした独自の計算方法を用いているのに対し、韓国では補強土内に2直線すべり線を仮定する米国運輸省連邦道路庁（FHWA）の設計法が採用されているなどの相違があります。また、軟弱地盤対策では、韓国ではトラフィカビリティを確保するための敷設材工法として、我が国の山内らの提案する設計法を拡張して適用しています。このように韓国では外国の設計法をうまく取り入れて国内の状況に合うように、柔軟に改良しながら合理化を図っているのが印象的でありました。

2.3 補強土壁の耐震設計

設計における日本と韓国との最も大きな違いは、地震動の影響に関するものであります。日本では補強土構造物は、規模がある程度以上になると、地震時の安定検討で設計断面が決まり、補強領域や補強材量が増えるなど経済性の点で他工法に劣る場合が多くなります。一方、地震動の影響を考慮しない韓国では、3. の現場視察で紹介するように大規模な補強土壁であっても他工法と比較して経済性、施工性の点で劣ることなく採用に至るなど、自ずと補強土壁の適用範囲が広がる状況にあります。

耐震設計法については、日本側から耐震性の評価法や地震動の考え方、耐震設計法などとともに、大規模地震における補強土壁の被災状況について詳細な報告を行いました。建築物や橋梁等との被災状況の比較で補強土壁が耐震性に優れていることが理解され、その一方で建築物の倒壊、落橋した現場などの被災状況については、一般の報道では目にしないものも多く、改めて地震動による衝撃力の激しさを実感した様子でありました。

2.4 補強土壁の崩壊事例

韓国側から幾つかの補強土壁の崩壊事例が報告されました。その一つの化学工場の敷地内に構築した補強土壁（高さ≒10.0m、勾配1：0.0）の変状事例を紹介します。補強土壁は、写真-1、図-1のように造成完了後より壁面が下端を中心に回



写真-1 補強土壁の崩壊事例

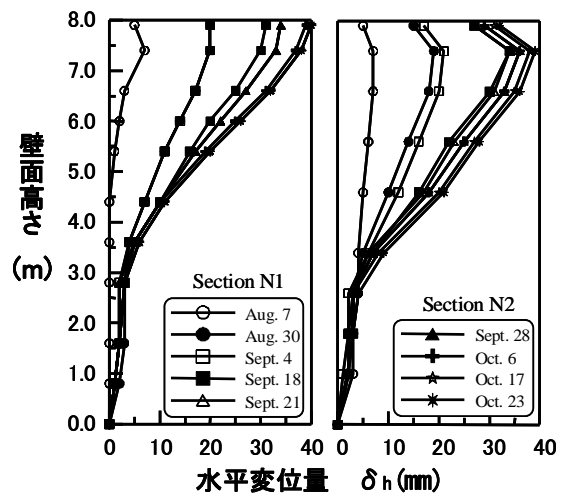


図-1 壁面の水平変位の推移

転するように前傾し、上載盛土部ののり面部に亀裂が生じ、さらに壁面工であるブロックに圧縮破壊などが発生しました。韓国では、補強土壁にFHWAの設計法が採用されている関係上、このような壁面工にブロックを用いる形式がポピュラーで、多くの施工実績を有しているものの、時に崩壊に至る事例も見られるようです。今回の変状の原因については、第三者により計測結果を基に極限釣り合い法や有限要素法などにより検討がなされました。その結果、主な要因としては、次の2つが上られていました。①設計において、設計条件（基礎地盤・盛土材料の諸特性、降雨など）に対する認識が不十分で、実際に発生した破壊形態を想定しえなかったこと、②設計条件に対する把握が不十分のため、施工管理が十分に行われず、盛土材の締固めが不足し、降雨によりせん断強度の低下したこと。また、技術面以外の課題として、韓国では構造物の安定検討は、設計者に任せられ、発注者はもちろん、施工者も設計内容に関して検証を行わず、設計上の課題が再チェックされないことも要因の1つとしてあげられていま



写真-2 道路橋を背負う大規模補強土壁



写真-3 大規模補強土壁の施工過程

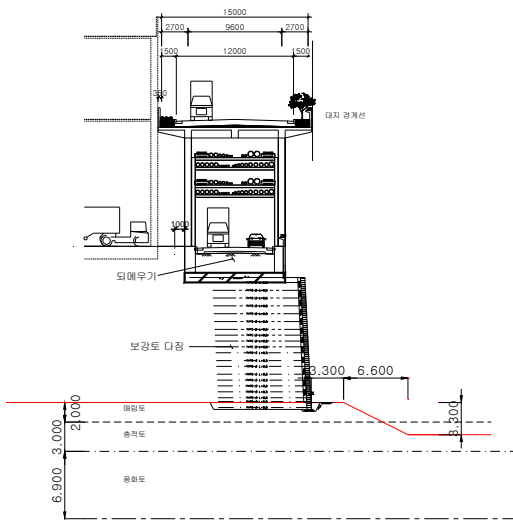


図-2 断面形状

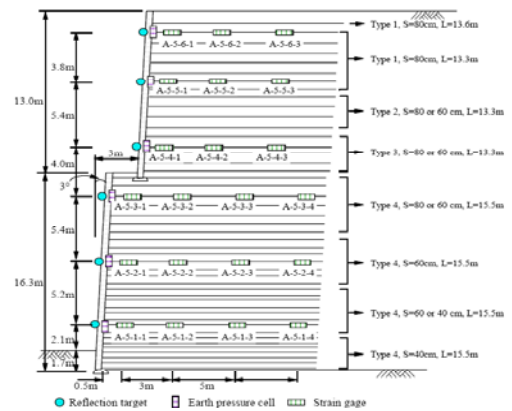


図-3 大規模補強土壁の断面形状



写真-4 ブロック形式の壁面工

した。このような変状や崩壊事例は、我が国では諸般の事情でオープンにされることはまれであります。失敗を積み重ねないためには、社会制度が異なるにしても、このようなネガティブな事例の紹介は望ましい方向であると感じました。

3. 韓国での現場視察

3.1 工場建設に伴う大規模補強土壁

写真-2は、ジオテキスタイル補強土壁（高さ≒15m、勾配1：0.05）の上部に、図-2に示す道路用の橋台を設置した現場です。韓国では、補強土擁壁の天端に道路や鉄道の橋梁構造物を設ける事例が幾つかあります。詳細な設計内容や想定する作用などについては不明ではありますが、日本においては実績のない補強土壁の適用事例であり、重要度の高い剛な構造物を、柔軟な補強土盛土の上部に設ける大胆な計画と発想には大いに参考すべきものであります。写真-3は、半導体製造

工場を建設ための造成工事において、山間部の傾斜地形を利用した補強土壁（高さ≒30m、勾配1：0.05）です。壁面工には、写真-4に示すようなブロックを用い、上下のブロック間に補強材を挟むように固定しながら築造しています。このような高い補強土壁では盛土材の圧縮に伴い、補強土壁の長期的な変形が考えられます。また、ブロック形式の壁面工の直下には、大きな地盤反力が発生し、長期の安定に影響するような沈下が懸念されます。このような事例は、今後、大いに参

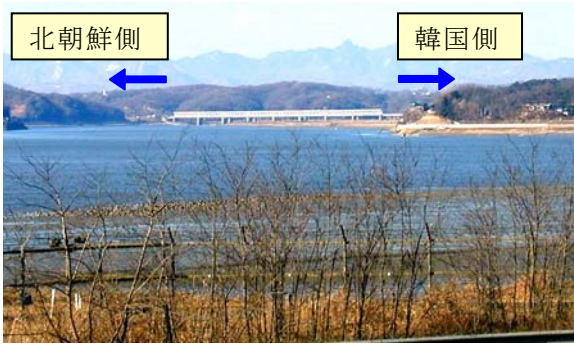


写真-5 臨津江に架かる「自由の橋」



写真-6 補強土壁（ウェルソブ工法）

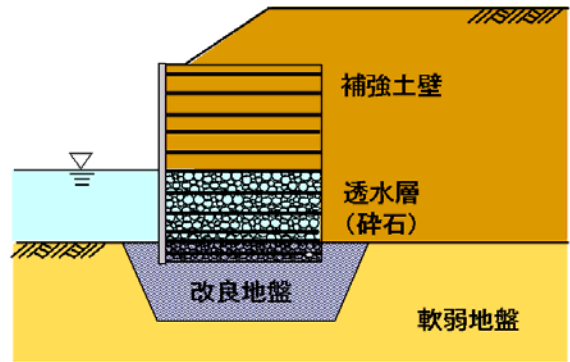


図-4 補強土壁の断面形状

考となるため、継続的な変形挙動を調査し、上載する構造物への影響を技術交流会において報告するよう依頼しました。

3.2 鉄道盛土への適用

ソウル市と新義州市の南北朝鮮を結ぶ「京義(キョンギ)線」は、臨津江に架かる「自由の橋」(写真-5)を挟んで長らく分断されていましたが、韓国は北朝鮮との融和策「太陽政策」を進める一環として、京義線を再び結ぶプロジェクトに取り組んでいます。その韓国側の路線構築工事において写真-6、図-4に示すようなウェブソル工法(最大高さ9.7m、延長2,207m、壁面積11,176㎡)が採用されていました。このウェブソル工法は、帯状の補強材を用いるジオテキスタイル補強土工法です。鉄道盛土の基礎地盤は、軟弱地盤であるために地盤改良を必要としています。この工事では盛土の両側に補強土壁を施工し、補強土壁の基礎部分のみ地盤改良することで、地盤改良範囲の節約と土地の有効利用を図っていました。このような構造では、改良域以深の圧密変形と未改良域を含んだ全体安定検討が求められますが、柔軟な発想で工費の節減に積極的に取り組んでいる姿勢に好感が持てました。

4. まとめ

日韓技術交流会は、第3回を迎え、参加者の交流も深まり、本音で議論できる雰囲気を作り出せるまでになってきています。この交流会を通じて、日韓の技術者は、それぞれが技術の進展に真摯に、真剣に取り組んでいることが理解できましたが、韓国の現場視察が主に民間での建設工事であったためか、韓国ではより経済性を重視されているように感じました。このようにお互いの事情や技術的背景の相違をわきまえた上で、技術を相互に理解し合えたことは、今後の補強土工法の技術の向上に大変有意義でありました。普及委員会は、第4回の技術交流会を近々開催する予定であります。最後に、本技術交流会に支援いただいた日韓両国の関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 財団法人土木研究センター：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル改訂版、305p、平成12年2月
- 2) 社団法人日本道路協会：道路土工－擁壁工指針、平成11年3月

中根 淳*



財団法人土木研究センター地盤・施工研究部主任研究員
Atsushi NAKANE

間 昭徳**



三菱樹脂(株)土木資材事業部技術開発グループ部長代理 工博
Dr. Akinori HAZAMA