

日中建設技術交流会の開催

徐 光黎* 馬 郎** 了戒公利***

1. はじめに

中国では、経済の急発展に伴い、高速道路や鉄道などの建設ラッシュが続いている。特に、北京、上海、武漢、寧波等の都市においては、都市の再開発に伴い超高層ビルや地下鉄などの大規模土留め工事が実施され、新たな技術の開発と導入が進められている。これを受け、土木研究センターでは「土留め」をテーマに2013年6月12日～15日に中国湖北省武漢市及び浙江省寧波市から専門の建設技術者を招き、日中建設技術交流会を開催した。

交流会には、中国側から交流団の団長として中南勘察設計院有限責任会社の副総技師長張曉玉をはじめ、中南勘察設計院、浙江華展工程研究設計院、武漢市建設委員会、湖北省建設庁建設専門家委員会等から計15名、日本側からは当センター、TRD工法協会、地中連続壁基礎協会、清水建設技術研究所などから計16名が参加した。交流会は、技術セミナーとして日本及び中国の建設事情、施工技術の紹介や討論を行った後、現場見学、清水建設技術研究所の見学、アクアライン視察（表-1）を行った。

表-1 交流会の日程

日期	主な内容
6月12日	技術セミナー
6月13日	東京外環の現場見学会（市川市）
6月14日	清水建設技術研究所の見学会
6月15日	東京湾横断道路アクアライン視察



写真-1 技術セミナーでの当センター中村理事長の挨拶

2. 中国建設状況

2.1 社会基盤の整備状況と課題

現在、中国では社会基盤の整備が急速に進められている。例えば、高速道路は2012年までに総延長約9.5万kmが完成し、2011年、2012年にそれぞれ1.1万kmと9,910kmが開通した。鉄道は2012年には総延長約76,600kmとなり、その内、時速200km以上の高速鉄道を13,000kmが運行している。地下鉄は2012年までに総延長2,350kmが、2015年までには1万kmが完成する予定である。また、高さ300m以上の超高層ビルについては、世界の6割を超える61棟が中国で完成しており、今後、10年以内に1,000棟を建設する予定である。

このような社会基盤の急速な整備に様々な問題が生じている。特に、大都市内においては地上に加え、地下空間の高度利用が進められ、その結果、輻輳する地下施設の間を縫っての整備となり、軟弱な地盤条件に加え、将来の地下空間の開発に備え、アンカー工による土留め工の禁止など厳しい建築制限の適用がなされている。このため大規模な地下開発に必要な土留め工の選定に厳しい制限が課せられ、昨今では、都市開発の中で土留め工が最も重要なプロジェクト案件となっている。



図-1 武漢市と寧波市の位置

2.2 湖北省の武漢市における建設状況

武漢市は中国中部、湖北省の省都であり、長江と漢江（長江最大の支流）の合流地点にあり（写真-2）、人口は約1,010万人（このうち在籍大学生数が約110万人）を有している。もともとは「武



写真-2 武漢三鎮および長江と漢江との合流点

漢三鎮」と呼ばれ、漢口、漢陽、武昌の三つの都市からなっている。また、武漢市は中部長江と京広線（北京～広州）の水陸交通大動脈の結末点で東に上海、西に重慶、南に広州、北に北京といずれも1,000kmの距離に位置し、物流の要として重要な役割を果たしている。

武漢市においても、写真-3に示す超高層建築や長江の渡河橋（長江大橋）をはじめ、都市の再開発が活発に進められ、その結果、大規模な土留め工事は2012年で410件を超えている。これらの工事の中には、掘削深さでは地下6階（5.0～30.4m）となる建築ビルの地下立坑や、掘削深さが60mとなる長江大橋の基礎の立坑などもある。また、掘削面積では10,000㎡を超えるものも少なくない。



写真-3 建設中の武漢緑地中心ビル（高さ606m）

武漢の地盤は、軟弱な沖積層が厚く堆積しており、支持層までの深さは約50mと東京とほぼ同程度である。沖積層は、シルト層、砂層、砂礫層等で帯水層や被圧帯水層となっており、しかも地下水位が高く、長江の水位と連動するため、開削工事における地下水の制御が重要な課題と

なっている。現在、盤ぶくれ等の地下水圧対策として止水壁の根入れは着底式と非着底式のいずれもが用いられているが、その優劣の決着はついていない。

土留め壁は柱列式地下連続壁、地下連壁（場所打ちコンクリート、泥水固化（SMW））等が主に使用されている。アンカー工が禁止されているため、写真-4のように土留め壁の剛性を増すため杭を2重に造り、その頭部を連結した門型の杭も用いられている。



写真-4 門型柱列式連続壁（深さ11m、面積1.1万㎡）

また、掘削面積が大規模な場合、掘削面積を広く取るため写真-5や図-2に示すような土留め壁に作用する土圧を中央のリングで均等配分した切梁支保工も使用されている。



写真-5 柱列式連続壁+切梁（深さ10.5m、面積5千㎡）

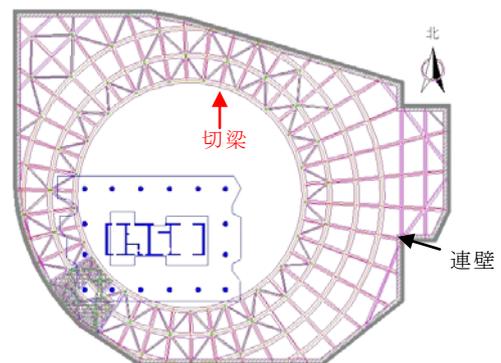


図-2 RC連壁+RC切梁（深さ20m、面積1.2万㎡）

土研センター



写真-6 長江大橋の立坑（連壁内径70m，深さ60m）



写真-8 金融中心（深さ17~24m，面積4.5万㎡）

2007年12月開通した陽邏長江大橋の基礎の立坑は、写真-6のように内径70m、深さ60mの大深度・大規模な円形の地下連壁を採用された。

2.3 浙江省の寧波市における建設状況

寧波市は上海の南に位置し、7,000年の歴史を持つ河母渡文化の発祥地で、中国最古の港湾として知られ、日本とも長い文化交流と貿易の歴史がある。現在は、東沿岸の対外開放都市として、「港湾都市、商業都市、環境都市」の名称のもとに急速な発展を遂げている。

寧波市は長江デルタの上にあるため、地盤は高含水比、低強度、高圧縮性でかつ、難透水の極軟弱な沖積層で、その深さは40mまで続き、支持層は60mで深となる。この状況は佐賀低平地の軟弱地盤に類似している。寧波市でも、都市の再開発が活発に進められ、写真-7の20個の立坑からなる総掘削面積35万㎡の商業センターや掘削面積4.5万㎡、掘削深さ17~24mの金融センターの建設が進められている。また、寧波市では、長い歴史を有するために文化財も多く、写真-9のように地下空間開削においても、その保全が重要な課題となっている。



写真-7 20個立坑群の一部（地下2階，総面積35万㎡）



写真-9 文化財の保全

3. 土留め施工技術の紹介と現地見学会

3.1 TRD工法

TRD工法は、泥水固化の地下連壁工法の一つで地中に連続造成した壁にH鋼などの芯材を挿入し、地下掘削時の土留め壁と止水壁として適用している。この工法は低重心の施工機械による高い安定性、継ぎ目の無い高品質な等厚の壁等の特徴があり、1993年に開発されて以来、日本国内では多くの施工実績を有している。中国では2009年に工法設備を輸入し、2011年から施工機械・設備を中国国内で製造し始め、既に天津、南昌、武漢において施工実績があり、最大壁厚850mm、深さ57mの施工も行われた。

交流会において、中国の多くの技術者がTRD工法に関心を示し、設備の種類、施工の能力、周辺地盤への影響等について質問があった。

3.2 地中連続壁工法

日本では、現在、大深度（140m）、大壁厚（3.0m）の施工実績があり、信頼性が高く、あらゆる地盤への適用、本体利用等の特徴を有している。また、埋設物直下、空頭制限下、狭隘地等でも施工可能なように様々な工夫がなされている。

中国においても本体利用が普及しているが、壁の垂直性や継ぎ目での水漏れ等のトラブルが生じることがあり、交流会ではそれらの問題の解決法、

応急対策等に活発な討論があった。

3.3 現地見学会

交流会団は、東日本高速道路（株）の東京外環自動車道市川市における国分地区の工事現場を見学した。同工区は延長1,827m、1,860日の工期で、掘割構造で地下部に高速道路が、掘割上の地表に国道が通る計画である。

建設に当たっては、品質の確保と環境に優しい道づくりを目指し、様々な土留め工法や地下水制御などの検討・工夫をしていた。例えば、泥水固化方式のソイルセメント連続壁工事において流動化剤を添加することでセメントミルクの注入量を大幅に抑制し、廃棄する建設泥土の量を大幅低減する工法が用いられていた。また、地下水流の阻害対策としては浅層部では透水層に井戸を設置して集水し、集めた水は通水管で導き、復水井戸で



写真-14 現地見学の参加者

地盤に戻す集水・復水井戸方法が、深層部では工事終了後に地下水流を阻害していた土留め壁を取壊し、透水材に置換えて、再度、水みちを確保する山留め壁破碎・置換方法が取られていた。

4. まとめ

日中建設技術交流会において、中国側の参加者は日本の街の綺麗さ、日本人の仕事に対する真面目さと技術力、きめ細やかな配慮、建設現場の整然さ、土留め施工設備の先進性等に感心していた。一方、日本側の参加者は中国の技術者の若さ、交流会での勉強に対する熱意、中国の土留め工事の規模と円形支保工に圧倒されていた。今回の交流会は、日中両国の技術者にお互いに大いに刺激になり、非常に有意義な会の開催であった。

今後とも、国際活動を通じて、両国の交流を行い、土木・建築に関する技術の向上に寄与していきたいと考えている。

謝 辞

日中建設技術交流会において通訳をして頂いた邱金宮氏に、また、技術説明や現場・研究所の視察にご協力を頂いたTRD工法協会、地中連続壁基礎協会、東日本高速道路関東支社、鹿島・大林特定建設工事共同企業体及び清水建設技術研究所等に厚く謝意を表します。



写真-11 試験施工で完成した地下高速道路

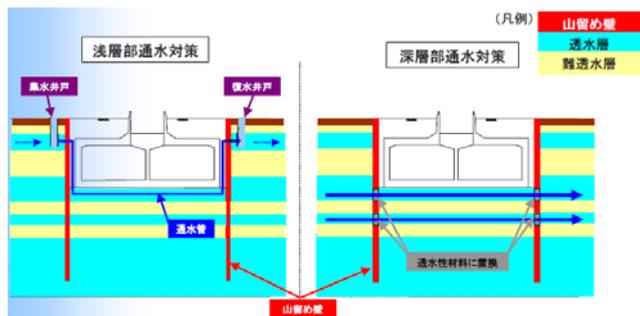


図-2 地下水の透水対策

徐 光黎*



一般財団法人土木研究センター
独立行政法人土木研究所交流研究員 中国地質大学(武漢)、教授
Dr. GuangLi Xu

馬 郎**



中南勘察設計院(湖北)有限責任公司
副総技師長
注册岩土工程師
Mr. Yun Ma

了戒公利***



一般財団法人土木研究センター
技術研究所地盤・施工部長、
工博
Dr. Kimitoshi RYOKAI