



講座

羽田空港 D 滑走路建設に込められた地盤工学の知恵と技術

8. 講座を終えるにあたって

渡 部 要 一 (わたべ よういち)

(株)港湾空港技術研究所 地盤研究領域

8.1 本講座を振り返って

本講座は、2012年4月から9月までの半年間にわたって、羽田空港D滑走路の建設に込められた地盤工学の知恵と技術についてとりまとめた。各章の構成は以下のとおりである。

- 第1章 講座を始めるにあたって
- 第2章 羽田空港拡張の歴史から見たD滑走路プロジェクト
- 第3章 立地条件・地盤条件と設計
- 第4章 羽田D滑走路の造成技術～護岸構築の地盤改良と埋立造成～
- 第5章 羽田D滑走路の情報化施工
- 第6章 羽田D滑走路の造成技術～埋立/棧橋ハイブリッド構造～
- 第7章 羽田空港D滑走路の維持管理
- 第8章 講座を終えるにあたって

なお、第5章は、前後の第4章や第6章と同様に、「羽田D滑走路の造成技術」が付くべきであるが、校正不足から抜け落ちてしまったものである。

講座を終えるにあたって、各章で記述した内容から、地盤工学の知恵と技術について簡単に振り返ってみたいと思う。羽田空港は京浜工業地域の中に位置づけられ、埋立てによって発展してきた歴史がある。特に著しい発展は、A～C滑走路と二つの国内線ターミナルで構成される既存空港施設を建設した沖合展開事業と称されるものである。これについては本講座の冒頭(第1章)でも、「超軟弱な状態にある浚渫土砂処分場が広大な空港用地に変身するという、地盤工学の歴史としても画期的なプロジェクトであった」と紹介した。超軟弱状態にある浚渫粘性土に対して圧密を促進するため、鉛直ドレーンの連続性の確保が課題となり、これを解決するための技術開発などが当時の課題であった。その後、沖合展開事業で培った技術は、浚渫土砂処分場を空港に変身させた北九州空港の建設事業において大いに役立てられた。

しかしながら、実は、D滑走路の建設では、浚渫土砂を用いて埋め立ててはいるものの、これを圧密させて強固な地盤を形成する、沖合展開事業で培われた技術は使われていない。工期が短く(着工から供用開始までわずか3年半)、十分な圧密時間を確保することが困難な条件だったためである。加えて、20m近い水深と、A.P.+17.1mという標高(埋立側滑走路端部)により、

ヘドロ状の浚渫土を埋め立てること自体が難しく、もしその技術が採用されたとしても、巨大層厚のヘドロが圧密沈下した場合に標高管理が困難になったはずである。

一方で、空港の埋立て土砂を採石場からの購入土だけでまかなうことも想定されたが、短い工期の中では輸送能力等の問題から難しい現実がある。このような状況の解決に最も大きく貢献した技術は、管中混合処理土や気泡混合処理土(本文中一部に軽量混合処理土という表現もあるが気泡混合処理土と同じもの)といった浚渫土砂の固化処理であった。埋立材料の確保という目的だけでなく、軽量化と固化により、護岸の安定性向上に大きく貢献した。講座の掲載内容を振り返ったとき、このことに対する記述がやや不足していたのではないかと反省し、ここに誌面をいただいて記述することにした。浚渫土砂を空港用地造成のための土木材料として有効利用することは、埋立て処分するための処分場用地を確保する必要がなくなり、環境面からも大きな利点となっている。

一方、接続部においては、強固な基礎形式にすることを目指して、鋼管矢板により構成された井筒基礎が採用された。その安定性を評価して設計を実現するためには、規模の大きさと軟弱地盤等に起因して、様々な課題と直面することになった。技術開発は、このような困難に立ち向かうときに著しく発展するものである。数値解析が多用される今日においても、完璧な解析モデルはない。水平変位と圧密沈下(鉛直変位)の評価精度を向上させるために、土要素の挙動を表現する構成モデルの改良が行われた。さらに、精緻な遠心模型実験を行うことによって、構造形式が実現可能なものであるかの検証がなされ、設計に反映された。強固な基礎形式、地盤改良、押さえ盛土などが駆使されているが、さらなる安定性を目指して、浚渫土の固化処理土(管中固化処理土と気泡混合処理土)が裏込め土に用いられた。複合構造物の設計に必要な技術もまた複合的なものであったことがうかがえる。

東日本大震災の際、羽田空港も長時間にわたり強い地震動に襲われた。接続部も埋立側と棧橋側とで±20cm程度の相対変位が繰返し発生したが、設計時の想定どおり残留変位はほとんどなく、点検により基準を逸脱するような異常はないことが確認された。実際、点検が終了次第、滑走路の運用は直ぐに再開された。上述の解析や実験による検討成果が十分なものであったと実証されたとも言える。実は本講座の冒頭(第1章)において、滑

講座

走路の再開は翌日であったと書いたが、一部に見られた変状はいずれも規定の範囲内にある軽微なもので、点検によって安全が確認されていた。第7章で触れたように、実際の運用は、点検による中断のみであり、この場を借りて訂正させていただきたい。なお、滑走路の点検や地上交通網の寸断等によって、地震当日は大部分の航空便が欠航したのは事実である。

沿岸土地利用の中での空港機能の位置づけ、航空需要に応えるための短い工期、河口部であるがゆえに選択された複雑な構造形式、構造形式ごとに要求される項目が異なる地盤調査、軟弱地盤を克服するための地盤改良技術、地盤改良できない深部の粘土地盤の長期的な圧密沈下予測技術、埋立部と栈橋部との接続部に要求される構造性能、計測施工技術、維持管理のための各種モニタリング技術など、各章で記述したこれらの技術は、すべてがかみ合って初めて滑走路全体として機能する構造物を築き上げる。そこには、本講座のタイトルとしている「地盤工学の知恵と技術」が大いに活かされている。

8.2 おわりに

D滑走路建設は、軟弱地盤上に複雑な構造形式を短い工期で、しかも、運用中の空港施設の近傍で建設するという難工事であった。これを実現するには本講座で紹介したような様々な知恵と技術の適用が必要であり、本プロジェクトを通じての技術開発も進められた。しかしながら、このプロジェクト成功の陰には、過去の人工島建設技術の開発が随所に役立てられている。

固化による強度増加と軽量性の両者に期待して、護岸全周にわたり裏込め土として管中混合処理工法によるセメント固化処理土が施工された。栈橋・埋立接合部については、さらなる軽量性が求められたために、気泡混合処理土による裏込めがなされている。管中混合処理土については、中部国際空港において培ったノウハウが活用されており、気泡混合処理土については、長年の技術開発に加えて、D滑走路建設に先行して同工法による大量施工を実施した羽田空港国際線エプロン事業により培ったノウハウが活かされている。過去のプロジェクトの知恵と経験を活かした成果である。

栈橋部における長さ100 m近い鋼管杭の設計や打設には、臨海大橋における鋼管杭の打設の経験が活かされている。ジャケットを据え付けるために、長さ100 m近い杭の杭頭許容誤差は水平方向にわずか10 cm、すなわち杭長に対する誤差はわずか0.1%であり、1000本以上の杭に対して平均3.1 cmの誤差(同0.03%)で成し遂げたことは施工技術の高さを誇るものである。これも、過

去のプロジェクトの知恵と経験を活かし、今回のプロジェクトのために改良を加えた成果である。

この他、栈橋部の防食技術、接続部の設計技術、情報処理技術を活用した施工管理や維持管理技術など、本プロジェクトのために開発されたものも多いが、いずれも、既存の技術の上に、その応用として今回のプロジェクトのために改良・発展したものばかりである。

大型プロジェクト成功の陰には、過去のプロジェクトや日頃からの地道な技術開発があり、技術伝承や、さらに高度な技術開発を目指す日頃の努力のたまものであることを忘れてはならない。技術の高度化に伴い、技術力を担保するものとして技術士をはじめとする各種の資格が注目されている。もちろん、資格を有することは、技術力を保証する対外的な証明であるとともに、資格取得を目指すことにより、技術者は自己研鑽に努める。しかし、机上の勉強で資格を取得したとしても、それは、中身のない資格にしかない。資格は最低限の要求を満たすものであり、中身のある真のプロフェッショナル・エンジニアになるためには、高い技術力を磨き上げていかなければならない。それを実現するためには、個人の努力によるだけでは不十分であり、先人からの技術の伝承と、受け継いだ技術をさらに発展させるためめめ努力が必要となる。

実は、上の段落の記述は、技術の伝承をテーマとした別の講座で、筆者が書いた文章¹⁾からの抜粋である。大型プロジェクトは、過去の技術開発を総合して、そこから学ぶ知恵と技術を活用し、新たな技術を生み出すきっかけとなるものである。羽田D滑走路プロジェクトを通じて、沿岸域の地盤工学は飛躍的な発展を遂げたものと信じている。一方、我が国の沿岸域では、本プロジェクトのような大型工事は少なくなっているのも実情である。しかしながら、海外、特に発展著しい東南アジアに目を向けると、大型の沿岸開発はこれから本格化する地域もある。日本の技術が世界に貢献できる日が来るものと思う。技術の伝承は継続が重要である一方で、プロジェクトが継続的に実行されるとは限らない。最高レベルにある技術を次の世代に引き継ぐために、本講座が役立てられることに期待し、本講座を閉じることとしたい。

最後に、本講座を担当いただいた執筆委員並びに講座編集委員の各位に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 渡部要一：講座：技術の伝承—現場の教訓から学ぶ、軟弱地盤、地盤工学会誌, Vol. 60, No. 1, pp. 44~51, 2012.