

復興事業における地盤改良工法の組み合わせによる合理化施工の取り組み

独立行政法人都市再生機構宮城・福島震災復興支援本部

福島復興支援部 基盤調整課 佐藤義邦

福浜大一・村本復旧・復興建設工事共同企業体 豊岡重明・北岡淳一・渡辺弘海

日特建設株式会社

東北支店 技術部 渋谷 保

1. 背景

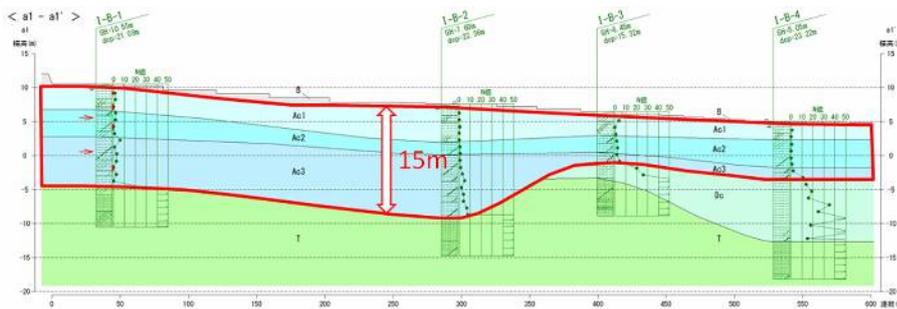
(独)都市再生機構(以降、「UR」という。)は、福島県(以降、「県」という。)の要請に基づき、県が原子力災害による避難者のために整備する復興公営住宅の整備計画戸数4,890戸のうち、いわき市内の6地区933戸の整備を支援している。URが支援する地区の多くは、敷地面積4ha~6haの都市計画法に基づく開発事業であり、かつ、対象地盤は軟弱地盤対策が必要な地質を呈している。一方、県では、計画戸数のうち入居募集保留分を除いて、平成29年度内の入居を目指しているため、時間を要する圧密沈下対策については、時間制約のある中、迅速かつ効率的に宅地の安全・品質を確保できるよう技術的検討を実施し、効果的な対策を行うこと、かつ限られた事業費を効率的に執行する上でコスト抑制を図ることが必須となっている。

2. 基本設計における地盤改良の考え方

泉町本谷地区を含む周辺の地盤構成は、表-1のとおりである。土質試験の結果、沖積世粘性土層(図-1Ac1層、Ac2層、Ac3層)において圧密による地盤沈下が生じることが確認されている。また、当該地区周辺は、JR常磐線、道路、住宅および準用河川である本谷川(柵渠構造)に隣接しており、地盤沈下による周辺への影響に配慮する必要があるため、基本設計においては「①周辺施設・

表-1 地区周辺の地盤構成

地質年代		地質・土質	特徴
第四紀	沖積世	シルト・粘性土	暗灰~暗青灰色を呈する砂質・細礫混じりシルト及び粘性土からなり、上位は有機物の混入が多く、下位では貝殻片を混入する。層厚は最大20~25mに及ぶ。原位置におけるN値は概ね5以下であり、軟らかい。
	洪積世	砂礫・粘性土	花崗岩及び安山岩等の円礫を主体とし、一部では粘土分が多い。層厚は10m以下であり、連続性がない。
新第三紀	中新世	湯長谷層群	本谷層泥岩が主体であり、凝灰質泥岩及び凝灰質砂岩等で構成される。



B 表層		
Ac1	沖積層	第一粘性土層
Ac2		第二粘性土層
Ac3		第三粘性土層
Dc	洪積層	粘性土層
T	泥岩層	

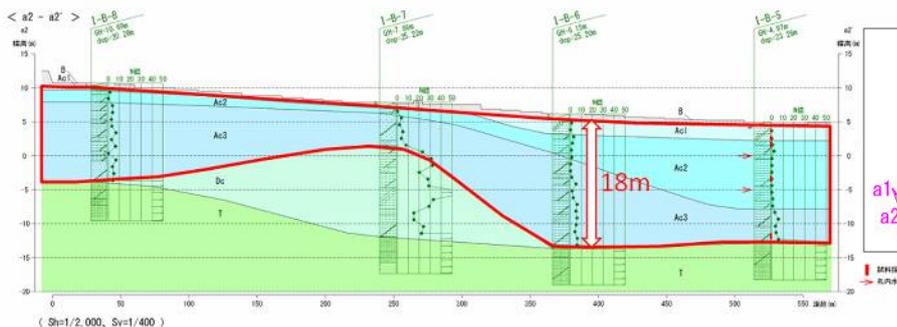


図-1 泉町本谷地区の地盤構成

家屋の引込沈下を防止する」、「②地盤改良施工時の近接構造物への影響に配慮する」、「③施工工程上圧密期間を確保可能なエリアにおける圧密沈下の促進」、「④構造物下における沈下防止」および「⑤圧密期間の確保が困難なエリアにおける圧密沈下の抑制」の観点にて対策工法選定を行った。その結果、①・②については改良層厚 10m を境に深層・中層混合処理工法（JR 及び河川に隣接して施工する深層混合処理工法においては変位低減型を採用）、③についてはバーチカルドレーン工法＋サーチャージ工法、④については①・②と同様に深層・中層混合処理工法（変位低減型は原則不採用）、⑤については圧密沈下量大きい層（全圧密沈下量に対して支配的な沈下が生じる層）に対して中層混合処理工法（フローティング）を採用することとした。

3. 実施設計における地盤改良の合理化



図-2 地盤改良実施設計 計画図

当該地区の造成工事は、事業期間の短縮及び工事業者の技術力を最大限に活用するべく設計施工一括発注方式を採用し、現場状況に即した工事施工の観点から実施設計内容を迅速に決定できるよう配慮した。実施設計では基本設計の考え方にに基づき、地盤改良工の設計を行い、図-2 のとおり地盤改良を計画した。特に、調節池エリアにおいては護岸構造物及び造成盛土の段差処理擁壁の沈下防止として施工する深層混合処理工法の改良率が高く、事業コストを圧迫する計画となっており、コスト縮減が課題となった。

1号調節池に着目すると、図-3（当初）の通り、構造物下の改良形式についてはブロック式を採用しているため、改良率 83%の密な杭配置となっており、調節池敷地としてみても平均改良率が 56.4%となっている。

ここで、杭式改良の改良率実績を見ると、概ね 40%を改良率の下限として施工されていることが確認できる（図-4 参照）。仮に、調節池敷地全体を改良率 40%の杭式改良が可能であれば、大幅に改良杭の施工数量を削減することが可能となるが、この場合構造物基礎下において、改良部と未改良部が混在し、構造物支持地盤として長期的な安定を確保することが困難となるという課題が生じる。

そこで、構造物荷重及び盛土荷重を均等に改良杭へ伝達するために、改良杭頭部に一定の剛性を

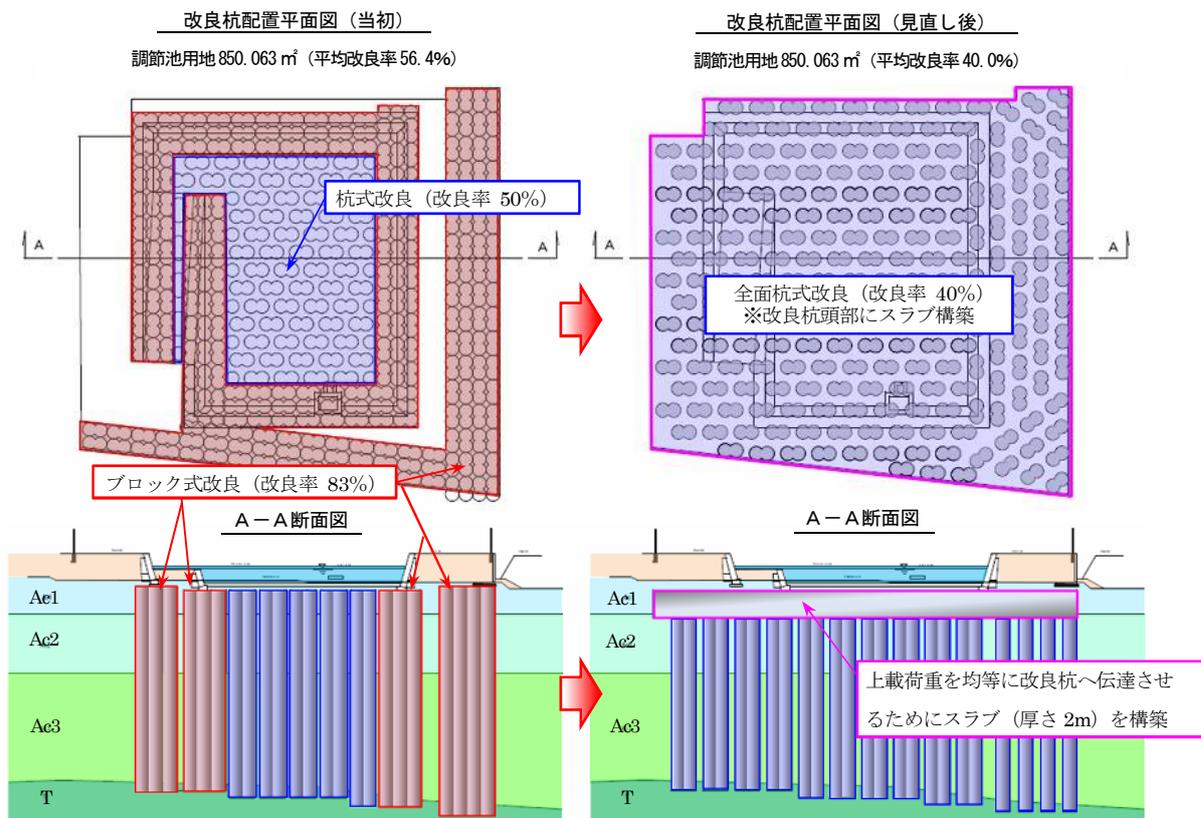


図-3 1号調節池地盤改良計画(当初)と(見直し後)

持ったスラブを構築する検討を行った(図-3(見直し後)参照)。この結果、スラブは上載荷重の最大値に対してせん断強度を確保できるよう厚み2mとし、中層混合処理工法(スラリー系)を採用して連続施工により一体のスラブを形成することとした。これにより、構造物支持地盤として長期安定の確保が可能となる。同様の見直しを他2つの調節池についても実施することで、全体の15%相当のコスト縮減を図ることができた。

なお、改良率をさらに下げた場合には改良杭の設計基準強度が極端に増加するため、強度設定に配慮する必要がある。また、先行して施工する改良杭の硬化によって改良杭頭部の攪拌混合が困難となるため、一旦改良杭頭部を解す作業工程が必要となる。

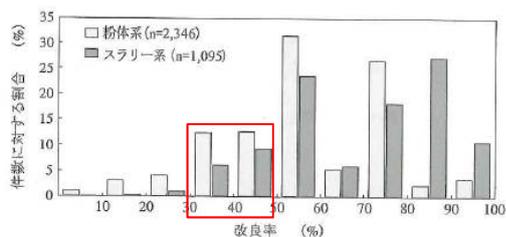


図-4 杭式改良の改良率実績

出典:財団法人研究センター陸上工事における深層混合処理工法に関する施工マニュアル改訂版(平成16年3月)P243

4. 地盤改良工事で発生する盛り上がり土の事業間流用によるコスト抑制

工事工程を踏まえると、当初、宅地は圧密沈下促進することとしていたが、盛土造成を最後に施工する東1工区においては、十分な圧密期間の確保が困難であるため、全圧密沈下量に対して支配的な沈下が生じるAc1層とAc2層において中層混合処理工法(フローティング:改良率50%)を採用し、圧密層を固化することで必要な圧密期間の低減を図り、工程を確保することとした(図-5参照)。

しかしながら、中層混合処理工法の採用により、副次的に盛り上がり土(図-6参照)が発生する。その量は、東1工区(約1.2ha)全域を改良率50%にて施工することで、約1万m³に達する。原則、盛り上がり土は盛土材料として場内流用を図るが、東1工区は造成工事終盤の施工となり流用

箇所が限定されるため、7,000m³が余剰となる。

盛り上がり土は、その発生過程から建設汚泥に区分され、産業廃棄物として処分する必要があり、産業廃棄物処分場需要が逼迫する中では、多大なコストを要することが明白となったため、コスト抑制に向け、盛り上がり土余剰分について再利用の検討を行った。

『建設汚泥の再生利用に関するガイドライン』において、排出工事と利用工事の元請業者が同一の場合は、「自ら利用」の方策を選択できるため、当工事受注者が別途実施している工事を確認したところ、高速道路 IC 工事で路体盛土材が不足していることが確認できた。盛り上がり土の固化後の土質性状を確認したところ、道路路体盛土材として利用が可能であったため、『自ら利用』として事業間流用を図った。結果、処分費用の約75%抑制を図りつつ、所定の工程を確保することができた。

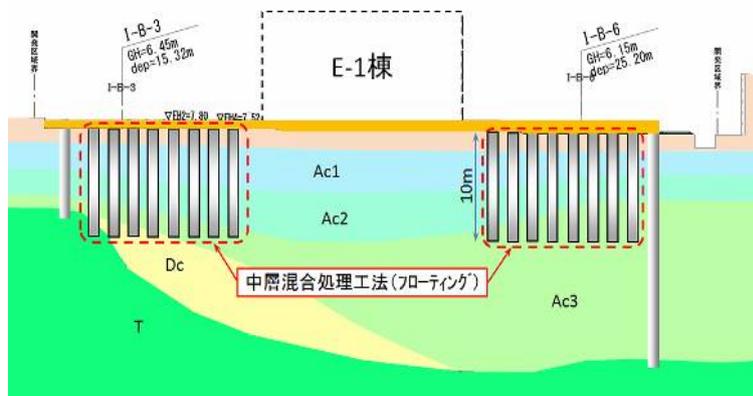


図-5 東1工区改良断面図

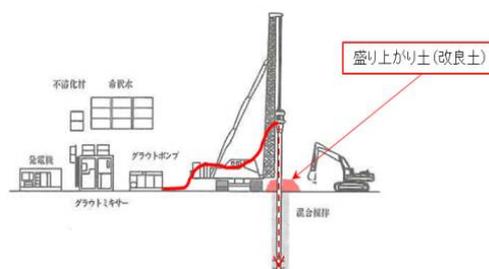


図-6 改良杭施工時の盛り上がり土概念図

5. まとめ

原子力災害による避難者の早期生活再建が求められる復興公営住宅整備事業においては、スピード重視の整備を行う必要があり、地盤改良工法選定においても経済性のみならず全体スケジュールを見据え、総合的な見地に立った判断が重要である。

軟弱地盤対策については、国、関連協会等から技術指針・基準等が示され体系的な整理が為されているところである。通常、固化処理工法を採用した場合、構造物基礎の支持力増加及び沈下対策としてブロック式改良が採用されることとなるが、改良容積は当該造成工事のように大きくなる。一方、杭式改良は一般に盛土などの比較的変形が許される場合に採用され、複合地盤として安定及び強度の検討がなされるが、ブロック式に比べて改良容積が少ないため、経済性の観点では有利となる。ただし、構造物支持地盤として局所的な安定の確保が難しい。当該工事では、杭式改良のデメリットを解消するために、新たな構造体を地中に築造することで上部構造物の変形を防止し、構造物地盤としての性能を確保しつつ、コスト縮減を達成した。

改良時に発生する盛り上がり土については、全国的にも処分場の受け入れ容量が枯渇する中、建設汚泥の削減が課題となっており、再生利用の推進が叫ばれているところである。他事業間での流用調整は時間を要するため、本工事のようにスピードが求められる復興事業においてはボトルネックとなりかねないが、所定の期間内においてコスト抑制を図りつつ全体工程に影響を与えることなく工事を進めることができた。

総括として、固化工法の組み合わせ及び改良体として複数の構造体を組み合わせることで、地盤改良の合理化を図ることができた。また、固化工法選定時には、盛り上がり土の発生量を想定した造成計画を立案する等、あらかじめ盛り上がり土の再利用を設計に取り込むことが重要である。

最後に、当工事において蓄積された地盤改良工事に係るこれらのノウハウの見える化を図り、広く共有することが、都市の未来を支えるテクノロジーとして継承されていくべきものと思料する。