

雄武中央地区における 配水調整池基礎工法の施工事例

網走開発建設部 雄武農業開発事業所 ○上原 洋介
木村 聡
荒川 潤

国営かんがい排水事業雄武中央地区は、雄武町内の牧草地4,039haにかんがい用水を確保するために貯水池及び用水路を整備するものである。

本報文では肥培かんがい用水を一時貯留する配水調整池の建設工事において、軟弱地盤対策としてパイルネット木杭基礎を採用した。パイルネット工法採用に至った経緯、施工方法、施工管理方法等について報告するものである。

キーワード：軟弱地盤、地盤補強対策、パイルネット工法

1. はじめに

軟弱地盤上に構造物を建設する場合は、杭基礎及び地盤改良、地盤補強などの対策工法を検討し、構造物の安定性を確保する必要がある。本地区では配水調整池を建設するにあたり、木杭と杭頭連結材を用いて盤上構造物を構築する基礎地盤の補強対策工法（以下、パイルネット工法と表記）を採用した。

本報文は、パイルネット工法の選定経緯及び設計、施工に関する事例報告である。

本事業では、二級河川雄武川水系イソサム川に雄武ダムを築造し、受益面積4,039haの畑地かんがいに必要な用水（湿潤・肥培）を畑地まで搬送する幹線用水路25条を整備することにより、農作業の効率化を図り農業経営の安定を図ることを目的としている。

湿潤かんがいについては、国営事業により造成する幹線用水路に続き、関連事業によって整備する支線用水路、圃場配管（多孔管散水）で圃場まで配水する計画である。

肥培かんがいについては、受益農家が所有するスラリースプレッダを活用し、希釈したスラリーをほ場散布する計画にしており（図-2参照）、希釈用水を一時貯留するための配水調整池を設置する計画とした。

2. 地区概要

国営かんがい排水事業「雄武中央地区」は、オホーツク海沿岸の雄武町に位置（図-1参照）する酪農地帯である。



図-1 位置図



図-2 スラリー散布イメージ

3. 配水調整池の概要

本工事で造成する配水調整池の容量は約3,600m³ (受益面積137ha)、遮水構造はゴムシート張り形式を採用した。また、管理予定者との協議により安全対策等から施設有効水深は1.5mとした。

また、配水調整池建設箇所は河川に隣接し地下水位が高いことから、ゴムシートの浮上対策として、堤体部は盛土形式とした(図-3,4参照)。

4. 現地の土質条件

図-5に柱状図を示す。基礎底面直下に分布する粘性土層のN値は0程度が確認され「非常に柔らかい」コンシステンシーを示し、一般に軟弱地盤に区分される土層であり、構造物に対する地耐力不足が懸念された。

また、深度6.25m~8.65m間においても、N値は0~2程度を示す粘性土層が分布することから、構造物の支持地盤をその上位に設定した場合、増加過重に伴う圧密沈下及び即時沈下の発生が懸念された。

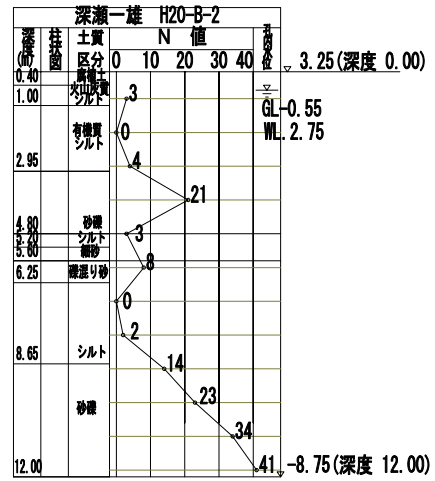


図-5 柱状図

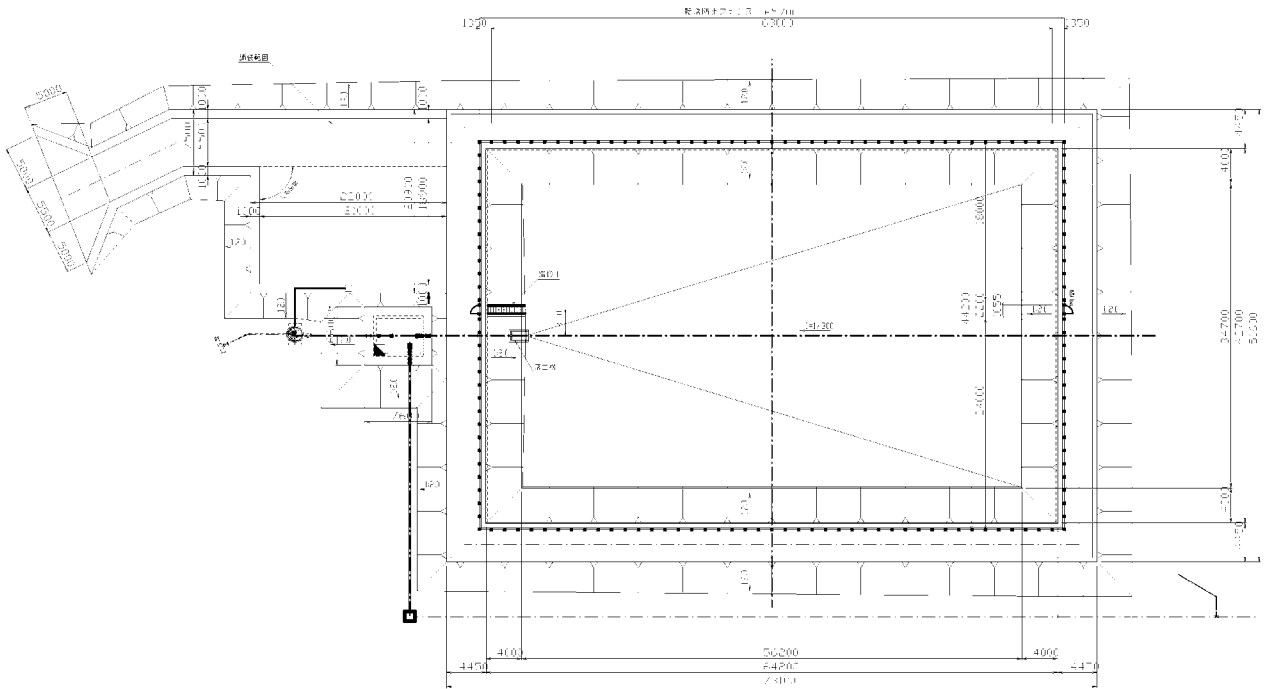


図-3 配水調整池平面図

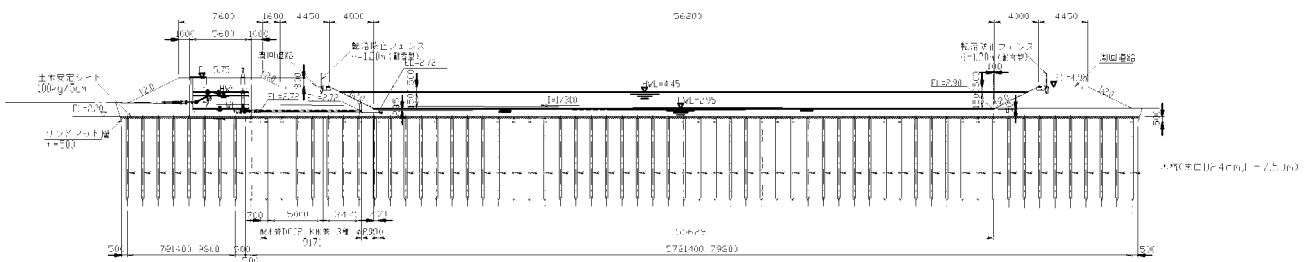


図-4 配水調整池断面図

5. 工法選定

配水調整池の基礎工法の選定にあたっては、ボーリングによる地質調査を実施し、その調査結果から、軟弱地盤対策工について工法検討を行った。

軟弱地盤対策工の工法としては、一般的に深層混合処理工法、杭基礎工法、コマ基礎工法が実績等から採用されており、当地区においても、現場条件を考慮し、比較検討を行った。

深層混合処理工法は、塊状、粉末状あるいはスラリー状の石灰、セメント系の安定材を地中に供給して、原位置の軟弱土と強制混合することによって原位置で深層に至る強固な柱体状、ブロック状または壁状の安定処理土を形成する工法である。この工法は固化材を製造するためのプラント建設及び工事の進捗に伴うプラントの移動などに大きな時間を要し、経済的に不利となる。また、環境面においても、当地は、鮭の遡上河川が隣接することから特段の配慮が必要となる。

一方、杭基礎工法は支持杭と摩擦杭に分類されるが、摩擦杭とした場合、当地は基礎地盤がシルト、砂質土系で、N値が0～3程度であることから摩擦力を得ることができない。また、支持杭とする場合は、調整池底部全面にコンクリートを打設し杭頭部を埋込む必要があるため、杭長は10m程度必要となり経済的に不利になる。

また、コマ基礎工法は改良範囲が、1m程度とされており、必要N値の14以上が得られる、深度8.65mまでの改良は不可能である。

これらの工法の外に、今回、地下水位が高く、木杭の腐食を抑えられることや、連結材により杭の一体化を行

うための上載荷重を抑え、必要N値がPHC杭に比べ低く抑えられる等の現場条件から、近年、河川築堤等で施工実施が多いパイルネット工法についても検討を行った結果、経済性、環境配慮、耐用年数等総合的に判断し、パイルネット工法を採用することとした。比較表を表-1に示す。

6. パイルネット工法の概要

パイルネット工法は、軟弱地盤に既製杭（木、コンクリートなど）を適切な長さに打ち込んだ後、杭頭部同士をロープ等の連結材で連結し、その上部にサンドマット、土木用シートを敷設して盛土を行う軟弱地盤改良工法である。この工法は、群杭の効果により深層に作用するため、すべり破壊及び流動破壊を防ぎ、自由性を持った杭・連結材及びシートの緩和作用が軟弱地盤との馴染みを良くし、これらの相乗効果により安定性がよく地震にも強い工法である。

杭の頭部を連結することは、上載荷重を杭頭連結材から杭へ伝達する効果を期待するとともに、杭が横倒れすること及び、杭頭が各個に挙動するのを防止する効果がある。

また、施工性については施工時期の制約を受けず、急速施工ができ、河道や農地などの隣地地盤への2次的被害が無く、施工管理が容易である。加えて振動、揺れ、局部的な沈下現象が見られないので盛土品質管理の充実、工事費の縮減が図られるなど施工性に優れている。

表-1 比較表

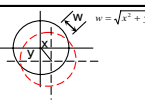
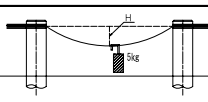
工法名	形状寸法	経済性(千円/㎡)		耐用年数	環境配慮	備考	判定
深層混合処理工法	L=7m	39	×	40	河川、農地への汚染の危険性有り	環境への配慮が必要	×
杭基礎工法	PHC杭 φ600 L=10m 杭間隔5.0m	24	△	40	問題なし		△
パイルネット工法	木杭 φ240 L=7.5m 杭間隔1.4m	22	○	40	問題なし	水位変動がなければ木杭は腐食しない	○

※耐用年数については配水調整池自体の耐用年数を示す。

7. 管理基準

パイルネット工法の管理基準値は、パイルネット工法技術研究会で定めているものを採用した。本報文では、パイルネット工法の品質に影響を与える木杭の最終貫入量と偏心量、杭頭連結材のたわみ量について報告する。それぞれの管理基準値を表-2に示す。

表-2 管理基準値表

工種	杭 打 工		杭間連結工
測定項目	偏 心 量	最終貫入量	連結たわみ量 h
規格値	$w = \pm 100$	極限支持力以上	$h = 70 + 0$ ※杭間隔1.4m、連結材径12mmの場合
測定基準	100㎡に1箇所以上	100㎡に1箇所以上	サイズ別に100㎡に1箇所以上
	100㎡未満は2箇所測定	100㎡未満は2箇所測定	100㎡未満は2箇所測定
測定箇所			

8. 施工方法

図-6にパイルネット工法の施工手順を示す。

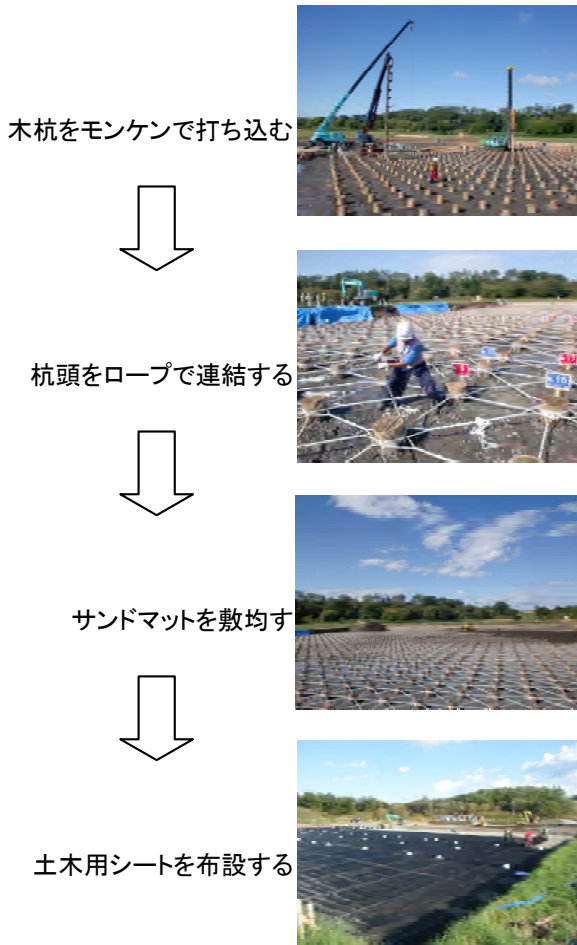


図-6 パイルネット工法の施工手順

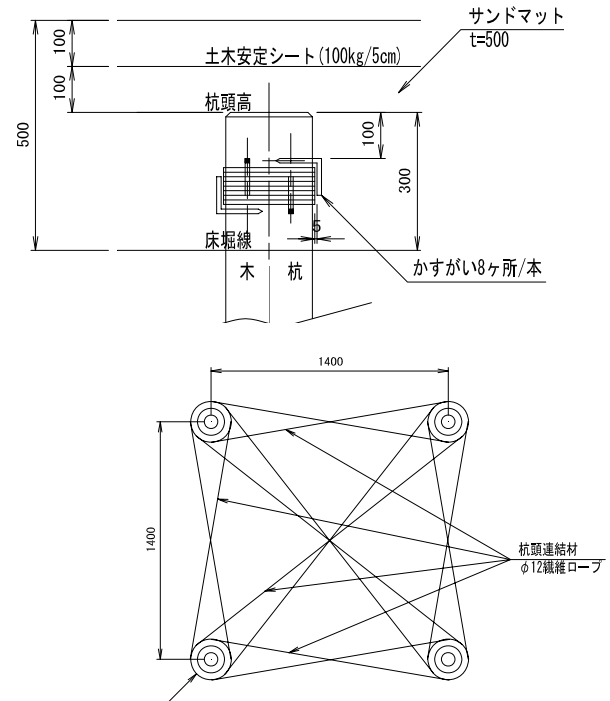


図-7 杭頭連結材詳細図

まず、水糸を1.4m間隔で張り、その水糸を目印にして木杭を所定の長さまで打込み、杭頭を隣り合う全ての杭と、リング状の杭頭連結材（ナイロン製ロープ）で連結し、かすがいで固定する（図-7参照）。杭頭連結材の引張り力の調整は、杭頭連結材をねじって調整するので熟練工の技術が必要になる。次に杭頭上10cmまでサンドマットを敷均し土木安定シートを布設する。最後に土木安定シート上に10cmサンドマットを敷均す。このように、土木安定シート及びサンドマットを配置することにより盛土荷重を木杭と杭頭連結材に均等に伝える事ができ、沈下の影響による脱水された水分を排水することができる。

9. 施工管理方法

施工管理は2,582本の杭を約50本ずつにブロック分けをして行った。

まず、杭の偏心量の基準値は、前述の通り10cm以内とし100㎡に1本測定することになっているが、杭頭連結材の設計長に大きく影響するので全本数測定した。2,582本の木杭を1.4m間隔で打ち込むので偏心量の測定だけで相当の時間を要してしまうため今回はブロック毎に、水糸を1.4mのマス目状に配置し、水糸の交点と木杭の中心の差を測定することで偏心量の管理を容易に行うことができ、偏心量の測定に要する時間を短縮することができた。また、木杭には必ず多少の反りがあり打込み中に木杭がずれる事があるので、木杭打込み中からの管理が重要であり、施工を行う上で最も留意

した点である。その結果、偏心量を基準値内に収めることができた。(図-9参照)。

次に、杭の最終貫入量の管理は1ブロックに2本ずつ行い、試験杭が配水調整池内で偏らないように配置し、全ての試験杭で極限支持力以上であることを確認した(図-10参照)。連結材の張りの確認は、緊張させた連結材に5kgの重りを下げその時のたわみ量を測定する(図-8参照)。そのたわみ量によって設計の引張り力を満足しているかを判断する。たわみ量についても全数確認し、基準値内(70mm)であることを確認した(図-11参照)。



図-8 杭頭連結材たわみ量測定

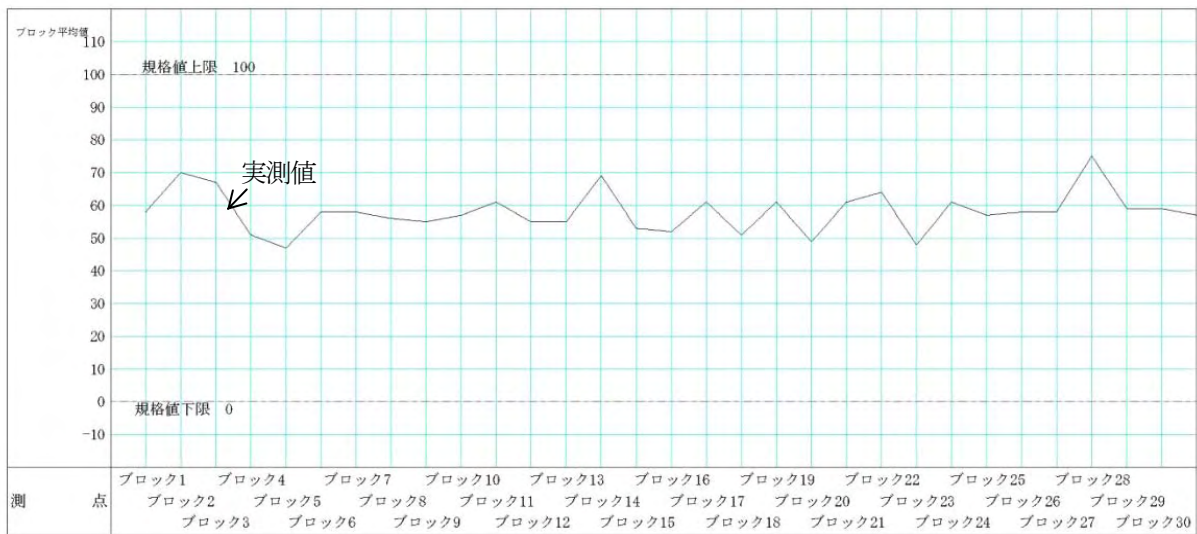


図-9 偏心量管理図 (一部抜粋)

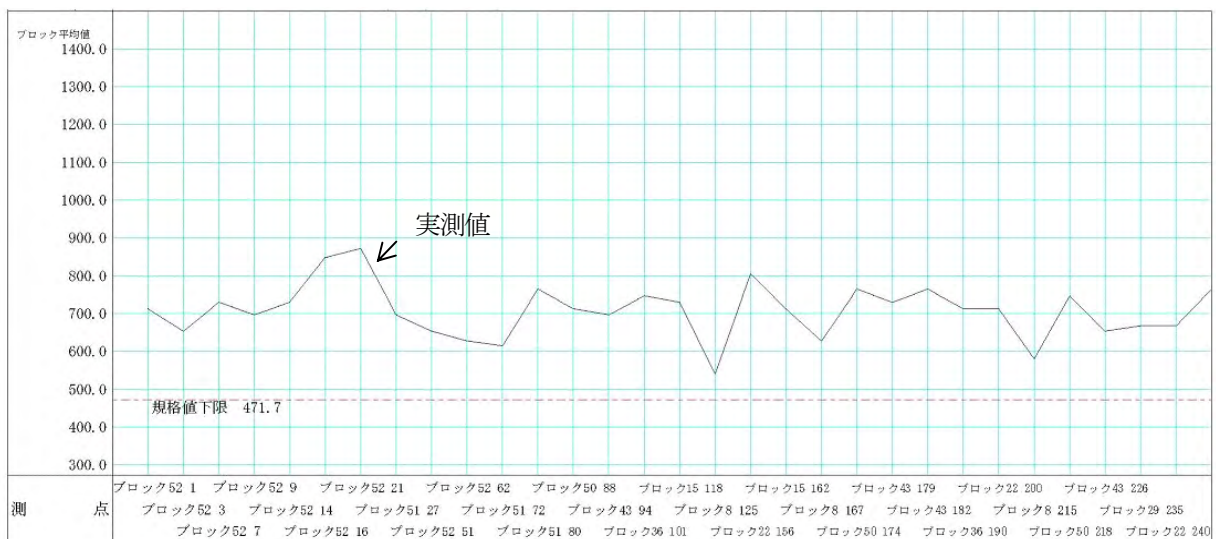


図-10 最終貫入量管理図 (一部抜粋)

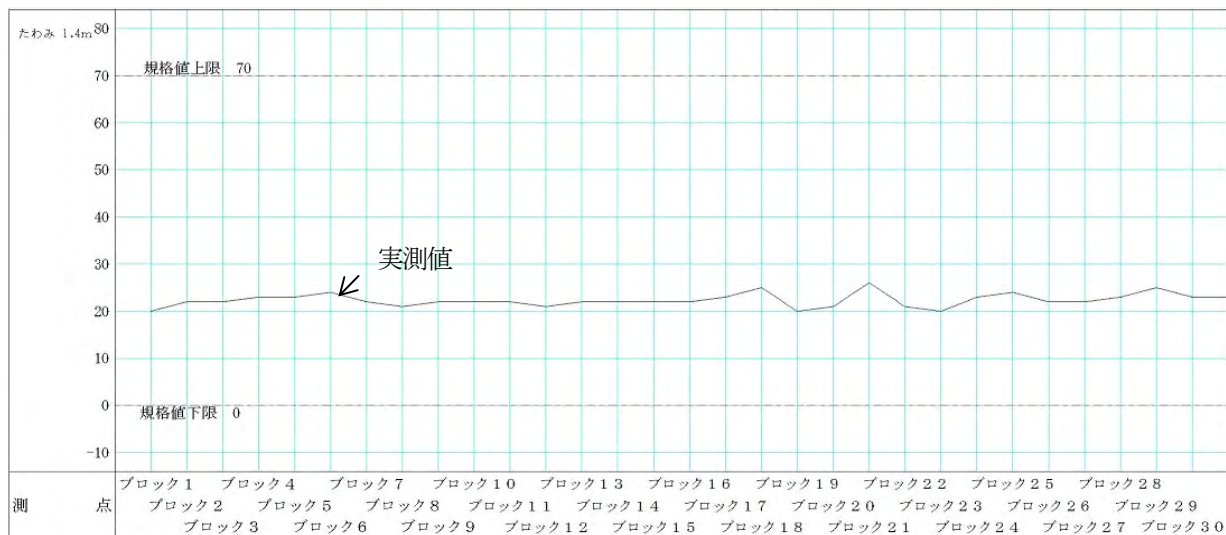


図-1.1 たわみ量管理図 (一部抜粋)

10. 終わりに

軟弱地盤に対するパイルネット工法の効果の検証のために、施工完了後に基準高の測定、地下水の状況について確認を行っている。基準高については、設計基準高4.95mに対して、盛土完了後、盛土完了1ヶ月後の測定値は共に4.96mであり沈下は起きていない。また、地下水の状況については、木杭の上層に排水管を設置し流末を河川へ排出しており、常時地下水の流出が確認できるため地下水の変動はなく常に木杭が地下水位下にあると考えられることから、パイルネット工法の効果は十分に期待できる。

パイルネット工法は施工速度が速く工期の短縮及び盛

土の安定も計られ、完全支持ではなく自由性を有しているため、今回のような軟弱地盤上に堤体盛土を行うような現場や、柔構造の構造物を建設する場合に有効な工法であると考えられる。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：杭基礎設計便覧
- 2) 社団法人 日本道路協会：道路土工 軟弱地盤対策工指針
- 3) パイルネット工法技術研究会：出来型管理基準規格値管理表