

軟弱地盤におけるボックスカルバート基礎の補強対策

網走開発建設部 網走農業事務所 ○池田 泰久
 矢部 知幸
 樋口 飛鳥

国営直轄明渠排水事業「岐阜地区」では、ボックスカルバートを用いて放水路の建設を行う。ボックスカルバートの基礎には、非常に緩い砂質土層（N値 \leq 4）が堆積しており、上載荷重に対する基礎地盤の支持力不足が懸念された。その対策として本地区では、近年土木及び建築など幅広い分野で施工実績が増えている地盤補強の1つである「マットレス工法」を採用した。マットレス工法は、補強材を箱型に組み立て、その中に砕石などを充填し、補強材で拘束することにより、上載荷重の分散及びせん断抵抗を発揮させ、基礎地盤の支持力向上や不同沈下の抑制を図る工法である。本報は、マットレス工法の選定経緯及び設計、施工に関する事例報告である。

キーワード：軟弱地盤、地盤補強、ジオグリッド

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、放水路を建設するにあたり、基礎材と補強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、マットレス工法と表記）を採用した。

本報は、マットレス工法の選定経緯及び設計、施工に関する事例報告である。

2. 地区概要

国営直轄明渠排水事業「岐阜地区」は、網走支庁管内の北見市常呂に位置し（図-1参照）、小麦、馬鈴薯、ビート、豆類、タマネギなどの畑作物及び畑野菜を中心とした大規模な農業地帯である。



図-1 位置図

地区内を流下するライトコロ川幹線排水路は、降雨形態や土地利用の変化などにとまない、表-1に示すように湛水被害が頻繁に発生しており、安定した農業経営に支障をきたしている。このため本事業では、図-2に示すように、排水機場や排水路の整備を行い、放水路を経由して常呂川へ排水することにより、農地の湛水被害を解消し、経営の安定化を図ることを目的としている。

表-1 湛水被害状況

年度	被害要因	降雨期間	総降雨量 (mm)	湛水面積 (ha)	農作物被害金額 (千円)
平成18年	大雨	10/7~10/9	93	527	520,592
平成15年	台風10号	8/8~8/10	106	19	29,381
平成13年	台風15号	9/7~9/13	211	455	690,253
平成12年	大雨	9/1~9/3	92	16	33,527
平成10年	大雨	8/28~9/2	155	380	512,634

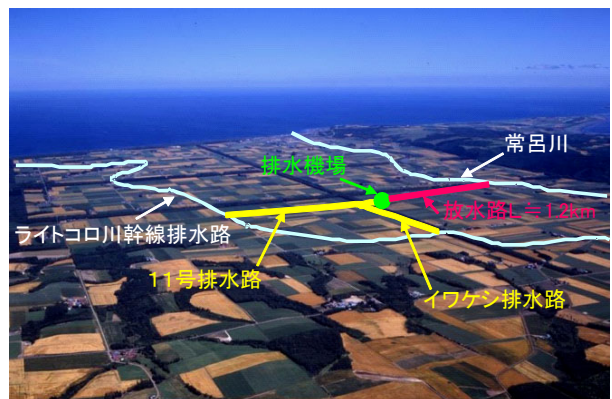


図-2 岐阜地区概要図

3. 放水路工事の概要

排水機場と常呂川を結ぶ放水路の総整備延長は、約1.2kmである。図-3に放水路の標準断面図を示す。放水路の建設には、内空2,600×2,600、部材厚200または250のPCボックスカルバート（コンクリート二次製品）を用いており、既設の明渠排水路下部に設置する。放水路沿線には、農地や町道、一部区間には民家も隣接しているため、施工にあたっては周辺環境に十分配慮しなければならない。

4. 現地の土質条件

図-4に放水路沿線の地質断面図を示す。ボックスカルバートの基礎地盤には、非常に緩い砂質土層（N値≒4）が分布し、またその下層にはシルト層（N値≦3）が約3.0m堆積しているため、上載荷重に対する基礎地盤の支持力不足が懸念された。

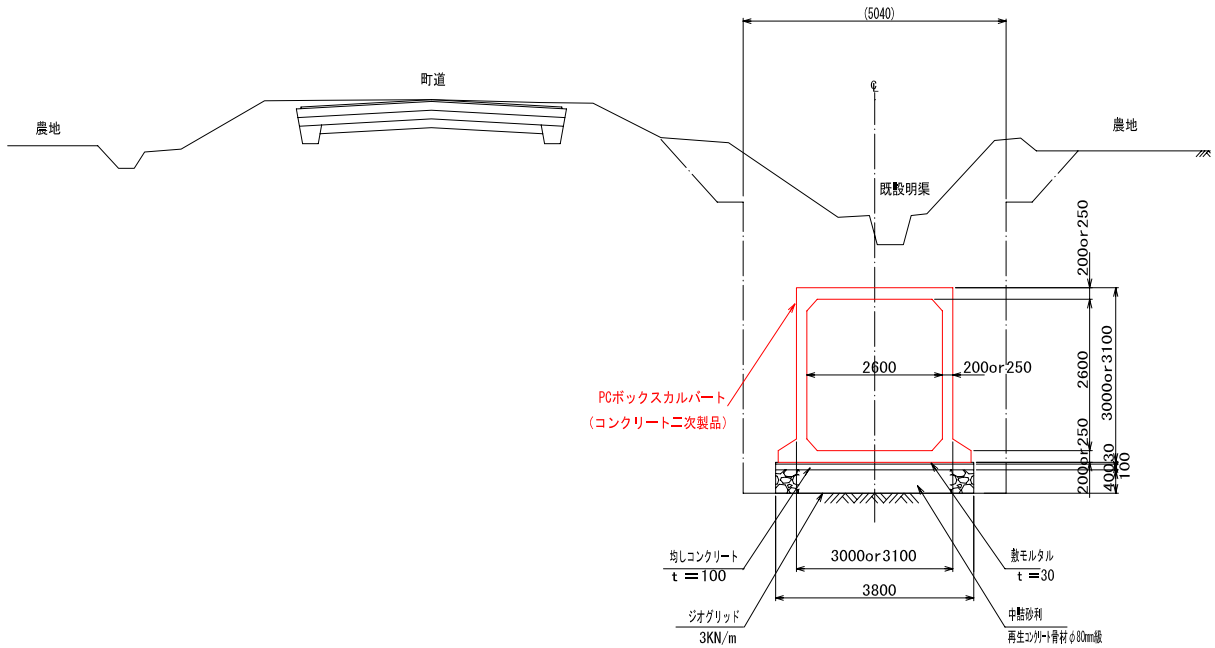


図-3 標準断面図

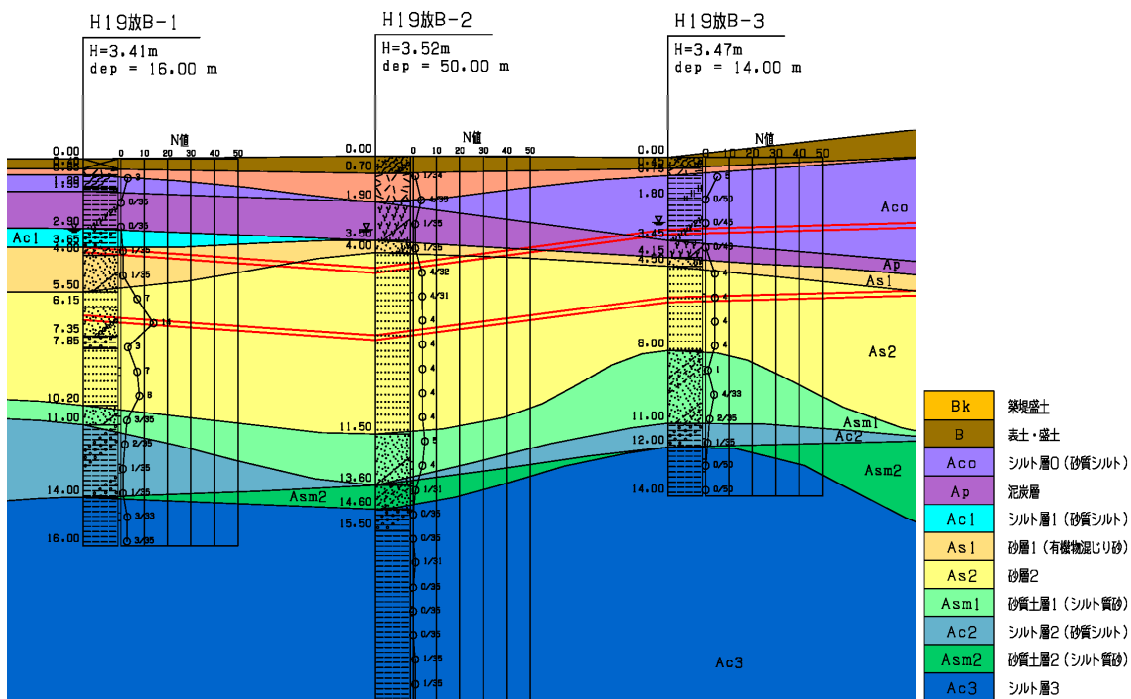


図-4 地質断面図

表一2にボックスカルバート基礎地盤の許容支持力及び最大地盤反力の算出結果を示す。なお、最大地盤反力はボックスカルバートの自重、鉛直土圧、内水重、雪荷重を考慮し、基礎地盤の許容支持力は、テルツァギーの補正式¹⁾より算出した。ボックスカルバート基礎地盤の許容支持力は、最大地盤反力に対し約10 kN/m²不足しており、直接基礎では構造物の安定性を確保することが困難であるため、基礎地盤の支持力対策を検討する必要が生じた。

表一2 許容支持力と最大地盤反力

許容支持力 (kN/m ²)	最大地盤反力 (kN/m ²)
55.8	< 65.0

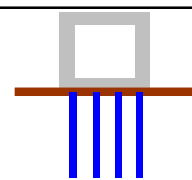
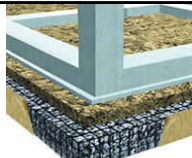

5. 工法選定

構造物を支える支持力が不足する地盤や軟弱層が厚く堆積している地盤においては、一般に杭基礎及び地盤改良による対策工を実施する場合が多い。杭基礎及び地盤改良は、基礎地盤の支持力不足を確実に解消するために有効な手法であるが、その多くは沈下を容認しない点的構造物を対象に実施されており、放水路のような線の構造物で、その構造及び水理形式上、ある程度の沈下が容認される施設においては、過去の実績から建設工費が嵩む工法である。

杭基礎工法は、施工断面や地質などの本現場条件を考慮すると、杭頭が現地盤面よりも5～6 m程度深くなるため、打設作業に時間を要し、また支持層までの貫入が必要となるため約35 mの杭が必要となる。

一方、地盤改良を検討する上では、1) 土を他の材料に置き換える、2) 土を密な状態に変化させる、3) 土と他の材料を混合するという3つの方法が考えられる。地盤改良も杭基礎と同様に現場条件を考慮すると、改良深度は30 m以上必要となり、1) の場合は、大量の建設発生土が生じるため、建設発生土を仮置きする大規模なヤードの確保や処分費が必要となる。また、2) 及び3) の場合は、地下水の排除やセメント系などの固化材を使用するため、隣接する農地への影響が懸念されるとともに、特に3) の場合は、固化材を製造するためのプラント建設及び施工の進捗にともなう施設の移設、汚泥処理などの課題が考えられた。このように、十分な施工ヤードを確保することが困難な現場条件や隣接する農地への影響などを考慮すると、地盤改良を行うことは困難な状況であるため、工法の比較検討対象外とし、杭基礎と近年北海道外を中心に土木及び建築など幅広い分野で施工実績が増えている地盤補強の2つの工法において経済比較を行った。その結果を表一3に示す。

表一3 工法の経済比較結果

工法名	形状寸法	概算金額 (千円/m)	概要図
杭基礎工法	PHC φ300 L=35m/本	246	
地盤補強 マットレス工法	ジオグリッド	15	
地盤補強 トップベース工法	コマ型ブロック 7列×1層	73	

杭基礎工法を選定した場合は、上述でも述べたが、約35 mの杭が必要となるため、最も工事費を要する。一方、ジオグリッドやコマ型ブロックを用いて基礎地盤を補強するマットレス工法やトップベース工法は、杭基礎工法と比較して経済性に優れている。

これらの検討結果より、放水路工事においてはマットレス工法による地盤補強対策を採用した。

6. マットレス工法の概念及び特徴

マットレス工法は、軟弱地盤上に建設する構造物などの基礎補強を目的としており、補強材を箱型に組み立て、その中に良質な砕石などを密に充填し、補強材で拘束することにより、曲げ剛性の高い盤上構造物（以下、マットレスと表記）を構築し、上載構造物の荷重分散及びせん断抵抗力を発揮させ、基礎地盤を補強する工法である。本工法により、基礎地盤の支持力向上や不同沈下の抑制などの効果が得られる。

上載荷重に対し不足が生じている基礎地盤の支持力を補うために必要となるマットレスの厚さは、補強材と中詰材の強度により発揮されるせん断抵抗と上載荷重及び基礎地盤の支持力の釣り合い関係から求められる²⁾。但し、マットレス工法は上述で述べたとおり、基礎材と補強材を用い曲げ剛性の高いマットレスを構築することでその効果を発揮するため、マットレスにはある一定以上の厚みが必要とされており、過去の事例及び実績などから最低40 cm以上の厚さを確保する²⁾ ことになっているため、本工事においても同様に40 cmを採用した。

なお、本工事の補強材に求められた引張強さは、2.6 kN/mであるため、長期間の継続荷重に対しても十分な強度を有するクリープ強度3 kN/mのジオグリッドを用いた。

7. 施工方法

図-5にマットレス工法の施工手順を示す。

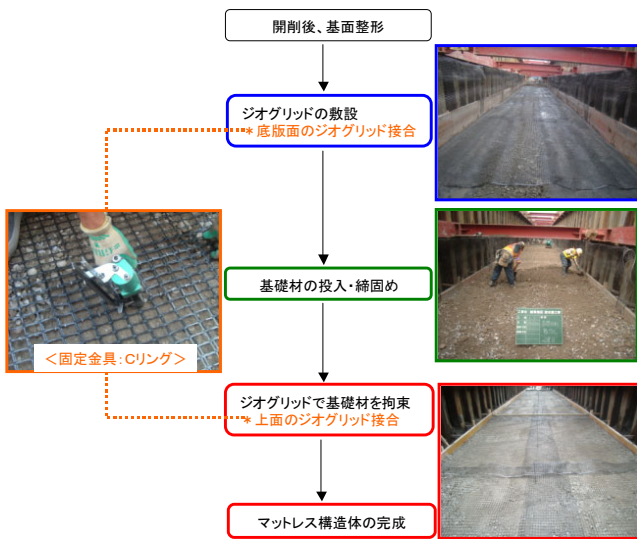


図-5 マットレス工法の施工手順

まず、所定の深さまで開削した後、基面整形を行い、ジオグリッドを敷設する。次に、ジオグリッド上部に基礎材を敷均し、締固め機械を用いて十分な転圧を行う。最後に、ジオグリッドで基礎材を包みこみ、上部を専用固定金具（Cリング）もしくはロープで接合する。

ジオグリッドの接合部を図-6に示す。ジオグリッドの接合は、20 cmから30 cm以上の十分な重ね幅を確保³⁾し、ボックスカルバート据付後や埋め戻し後などの荷重載荷時における結合箇所の破断及び基礎材転圧時におけるジオグリッドのずれ防止のため堅固に結合する。この時、結合部の引張強さがジオグリッド本体の引張強さと同等の強さを維持できるよう留意しなければならない。このようにマットレス工法は、特殊な大型機械や資材を必要とせず、簡便に施工を行うことができるため、特に現場条件など制約が多い場所において、有効な手法であると考えられる。

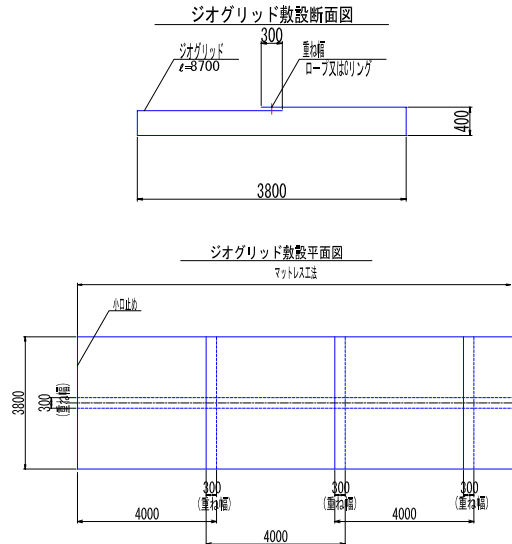


図-6 ジオグリッドの接合

8. 最後に

放水路は、平成20年度から平成22年度にかけて総延長約1.2 kmを整備する計画である。本年度はそのうち約0.6 kmの施工に着手しており、現在も進行中である。施工時は、基礎地盤の支持力確認のために平板載荷試験を行い、マットレスの厚みが不足していないか精査を行いながら進めており、施工完了後もボックスカルバートの高さなど経過観測を行っていきたいと考えている。

謝辞：本報告を行うにあたり、(株)農土コンサルならびに三菱樹脂(株)にご協力を頂きました。末筆ながら、関係者の皆様に対して深く感謝致します。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会(2002)：道路示方書(I共通編・IV下部構造編)・同解説
- 2) ジオグリッド研究会(1990)：「ジオグリッド工法」のガイドライン
- 3) 財団法人 土木研究センター(2000)：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)