

急傾斜地の栈道の施工

広島支店 土木工事第二部 松本克哉

概要: 張出床版受け支保工の施工場所が急傾斜で複雑な地形なことから、基礎コンクリートを吹付けモルタルで設置し、基礎コンクリートが設置できない箇所はミドルサポートと自在ジャッキおよび受け金具でブラケット構造にして床版を受けた。

また基礎地盤の支持力を得るため支持地盤まで掘削が計画されていたが、国定公園内ということで大掛かりな工事ができないことから、掘削を基礎コンクリートの施工できる最小限の大きさにし、薬液注入、ロックボルトの補助工法にて補強する施工を行った。

Key Words: クサビ式支保工, ブラケット式支保工, 薬液注入, ロックボルト

1. 工事概要

本工事の概要を以下に示す。

工事名	: 平成 15 年度 大朝・鹿野線第 4 工区開設工事
発注者	: 緑資源機構広島地方建設部
工事場所	: 広島県山県郡戸河内町字横川地内
工期	: 平成 15 年 7 月 4 日から平成 16 年 3 月 15 日
工事内容	: 工事延長 L = 92m (張出床版部)
支保工基礎工	吹付けモルタル基礎 (n = 300 箇所)
支保工	クサビ式 (3S システム) ミドルサポート式ブラケット (n = 102 箇所)
地盤改良工	薬液注入工 (14kg / 箇所 : n = 225 箇所) (38kg / 箇所 : n = 75 箇所)
自穿孔	ロックボルト (L = 2.0m : n = 100 本)



写真-1 始点側完了全景



写真-2 終点側完了全景



松本克哉

本張出床版工事の平面図を図-1 に示す。

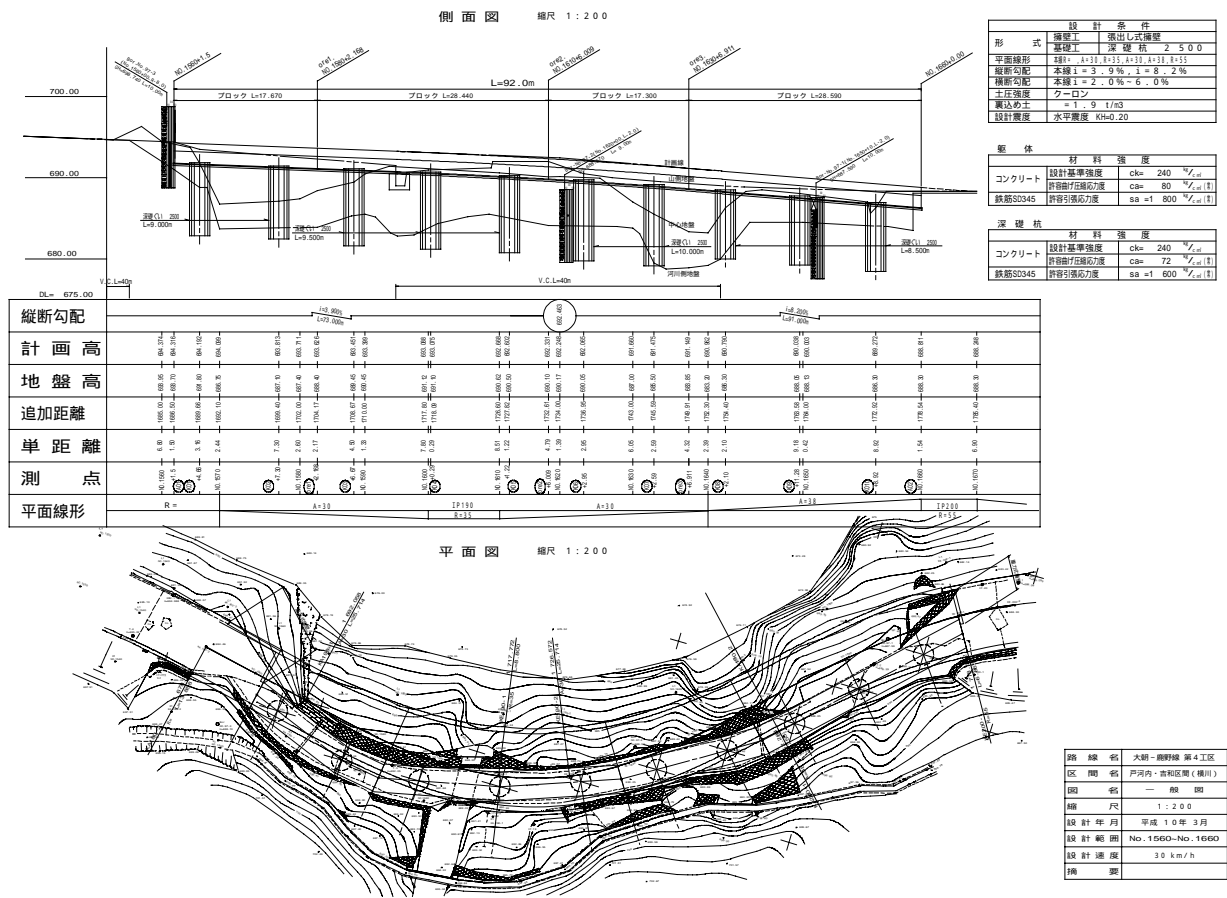


図-1 平面図

2. 支保工, 基礎の設置の問題点, 検討, 計画

(1) 問題点

国定公園内のため大規模な掘削(支持地盤まで), 景観を損なう施工ができない。
 クレーンの届かない箇所があり重量物等(鋼材, コンクリート)の運搬ができない。
 基礎天端高さがすべて異なっている。支保工間隔が狭くなるため, 鳥居枠での施工ができない。
 支保工の支柱の立たない場所が約 200 箇所ある。

のため, 支保工の基礎地盤の支持力を得られない場所がある。

気象条件(積雪)による工期の減少。(2.5 ヶ月)

(2) 検討, 計画

上記の問題点を考慮し, 下記の通り検討, 計画した。

基礎コンクリートの設置(掘削, コンクリート)

- ・ 設置地形が複雑であるため基礎 1 箇所ごとの管理とした。
- ・ 掘削においては, 当初支持地盤まで掘削することが計画されていたが, 支持地盤線が急峻で, 大規模な掘削ができないことから, 基礎のほぼ全数が支持地盤まで掘削ができなくなる。そのため, 薬液注入工, ロックボルト工の補助工法と併用する計画とした。

(図-2 当初掘削図, 図-3 変更掘削図)

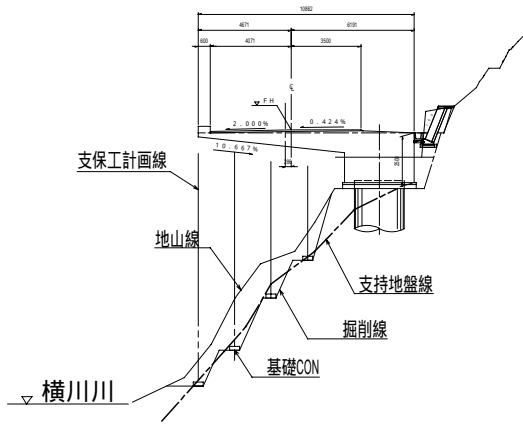


図-2 当初掘削図

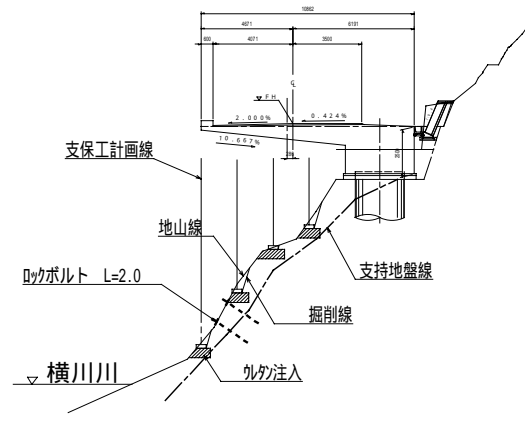


図-3 変更掘削図

- 基礎コンクリートは施工場所が急傾斜なため、型枠組立、コンクリート運搬、打設が困難であり、型枠は解体、転用がなく施工できる法枠(300mm×300mm, 500mm×500mm)およびスリーブ(300mm)で組立し、コンクリートは圧送、移動が行いやすい吹付けモルタルに変更して施工する計画した。(写真-3 基礎部吹付け状況, 写真-4 基礎部設置完了)



写真-3 基礎部吹付け状況



写真-4 基礎部設置完了

型枠支保工の計画

- 当初は支保工を鳥居枠で設置する計画であったが、支柱間隔が@900mm×900mmとなり、掘削も地山の形状からできない箇所が発生した。また基礎コンクリート、補助工法等の数量が増えることで工程が遅れることも予想された。

基礎コンクリートは、すべて高さが異なっていることから、間隔の狭い鳥居枠の設置が困難であると考えられ、支保工をクサビ式(3Sシステム)で検討した結果、@900mm×1800mm間隔の配置が可能となり、従来計画より基礎個数が約半数に減り、高さもつなぎ材、斜材が@600mmで調整できることから施工時間も短縮できると考えた。(写真-5 支保工組立状況, 図-4 当初支保工図, 図-5 変更支保工図)



写真-5 支保工組立状況

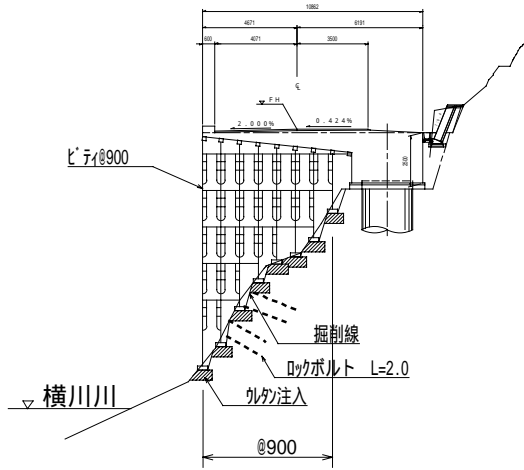


図-4 当初支保工図

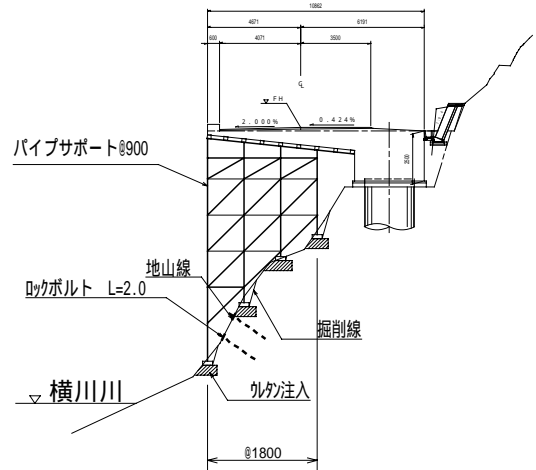


図-5 変更支保工図

隅角部は、既設擁壁等で支保工基礎が設置できない箇所があるために、ミドルサポート、自在ジャッキをブラケット式に加工、設置することで、基礎の数量を減らし、工期の短縮を図れると考えた。(図-6 ブラケット支保工変更図、図-7 隅受部詳細図)

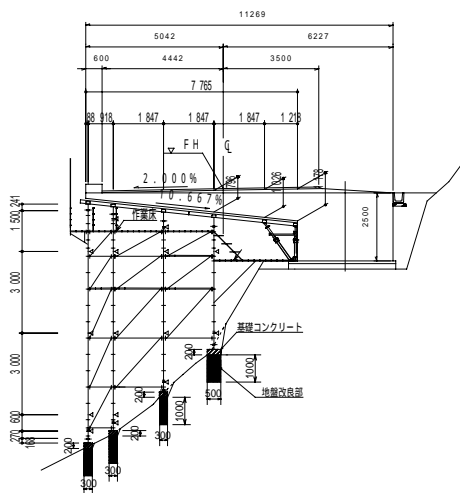


図-6 ブラケット支保工変更図

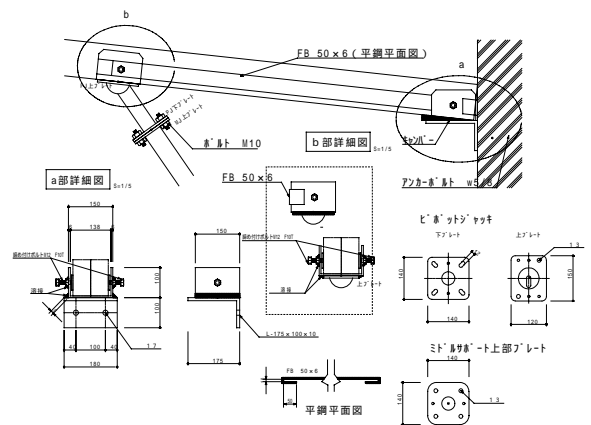


図-7 隅受部詳細図

地盤改良の検討

型枠支保工の基礎地盤の沈下防止を目的とし、基礎下から支持地盤まで地盤改良することで、張出床版施工時の沈下を抑えることが可能となる。改良方法は表-1 の比較検討表より、薬液注入(シリカレジン A 液, B 液)による地盤改良を計画した。

また、地形が急峻でルーズなため、すべり破壊を起こす恐れがあり、地盤改良と併設して、破壊線を貫くようにボルト材を配置することで、すべり破壊の抑制が期待できることから、現場環境から判断してロックボルト工による抑止工を計画した。(図-8 ロックボルト打設計画図、表-2 ロックボルト経験的設計諸元)

表-1 型枠支保工基礎地盤改良比較検討表

工法	注入工法による地山改良		
小分類	薬液注入による地盤改良	セメント注入による地盤改良	セメントによる地山混合攪拌
概要図			
概要	<ul style="list-style-type: none"> 改良を薬液注入によって行う工法である。 薬液は、浸透注入可能な薬液(シリカゼン)を使用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 改良をセメントミルク注入によって行う工法である。 改良材は、通常のセメントミルクである。 	<ul style="list-style-type: none"> 改良をセメントでの地山混合攪拌によって行う工法である。 改良材は、通常のセメントである。
施工方法	<ul style="list-style-type: none"> レグドドリによって計画改良範囲まで支保工足元地盤を穿孔する。 穿孔後、注入ノズル(つなぎノズル)を挿入する。 専用のミキシングユニットをノズルに接続し、地山改良材(シリカゼン)A液、B液)を注入機にて注入する。 注入管理は、注入圧力・注入量の両方で行う。 	<ul style="list-style-type: none"> レグドドリによって計画改良範囲まで支保工足元地盤を穿孔する。 専用の注入機を使ってセメントミルクを注入する。 	<ul style="list-style-type: none"> 専用の攪拌機械を現地に搬入する。 この攪拌機械によって、セメントと地山を混合攪拌する。 ただし湧水のある場所では、現地混合攪拌が困難となる。
地山適用性	<ul style="list-style-type: none"> 改良対象地山は「礫混じり崖錘」であり、沢部では湧水がある。 シリカゼンは浸透性が大きいため、地山のルースな部分まで改良することが可能であり、地山適用性がある。 薬液がミキシングされるとゲルタイム経過後、固結するため多少の湧水に対しても抵抗性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 改良対象地山は「礫混じり崖錘」であり、沢部では湧水がある。 セメントミルク注入は、地山のルースな部分まで浸透して注入することができない。 したがって、注入穴のみにセメントミルクがとどまってしまう可能性が高く、地山適用性に難がある。 また、湧水に対しては、逸脱してしまう。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工できれば地山を均一に改良できる。 耐水性はない。 硬化体自体は、大きな強度を有する。
改良効果	<ul style="list-style-type: none"> 浸透注入により、地山を均一に改良できるため、改良効果は大きい。 耐水性もあるため、効果は確実である。 硬化体自体の強度は、2.0MPaで十分な強度を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地山を均一に改良できないため、改良効果は小さい。 空洞がある場合は、空洞充填は可能である。 耐水性もなく、不確実である。 硬化体自体は硬化すれば大きな強度を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工性は、機械の搬入が困難であることから、施工不可能である。 専用の機械攪拌機は、クレーン式の機械であり、今回のような斜面上での作業は困難である。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 斜面上で支保工の足元をひとつひとつ改良するため、全て手作業となり、作業効率は悪い。 他工法とも施工条件は同じで、工法による施工性の差はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工性は、左記と同様。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般に薬液注入と同等。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> セメントミルクとの比較では、薬剤自体は高価であるが発泡するため充填率により価格は左右される。 一般にセメントミルクよりは高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に薬液注入より安価。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に薬液注入と同等。
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 「礫混じり崖錘」への注入は、浸透注入が不可欠なため、シリカゼンによる注入がベストである。 改良効果も期待できる。 支保工足元注入だけでは、円弧すべりに対する抵抗性がないため、別途検討が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 「礫混じり崖錘」へのセメントミルク注入は、困難である。 湧水に対しても、逸脱するため適用が困難である。 したがって、改良効果は期待できない。 	<ul style="list-style-type: none"> 現地の状況から、機械の搬入が困難であり施工不能である。

表-2 ロックボルト経験的設計諸元

項目	諸元
削孔径	65mm
補鉄径	D19~D25
補鉄長	2~3m *1)
打設密度	約2m ² 当り1本 *2)
角度	水平下向き10°~法面直角

*1) 深さが1mであると予想される場合には2m、深さが2mであると予想される場合は3mを目安とする。

*2) 打設密度は、法面の斜面角度の大きな箇所について崩壊の危険性の高い箇所については、約1m²当り1本とする。

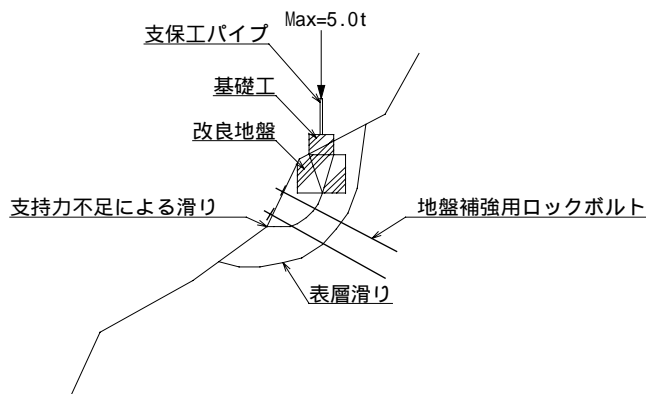
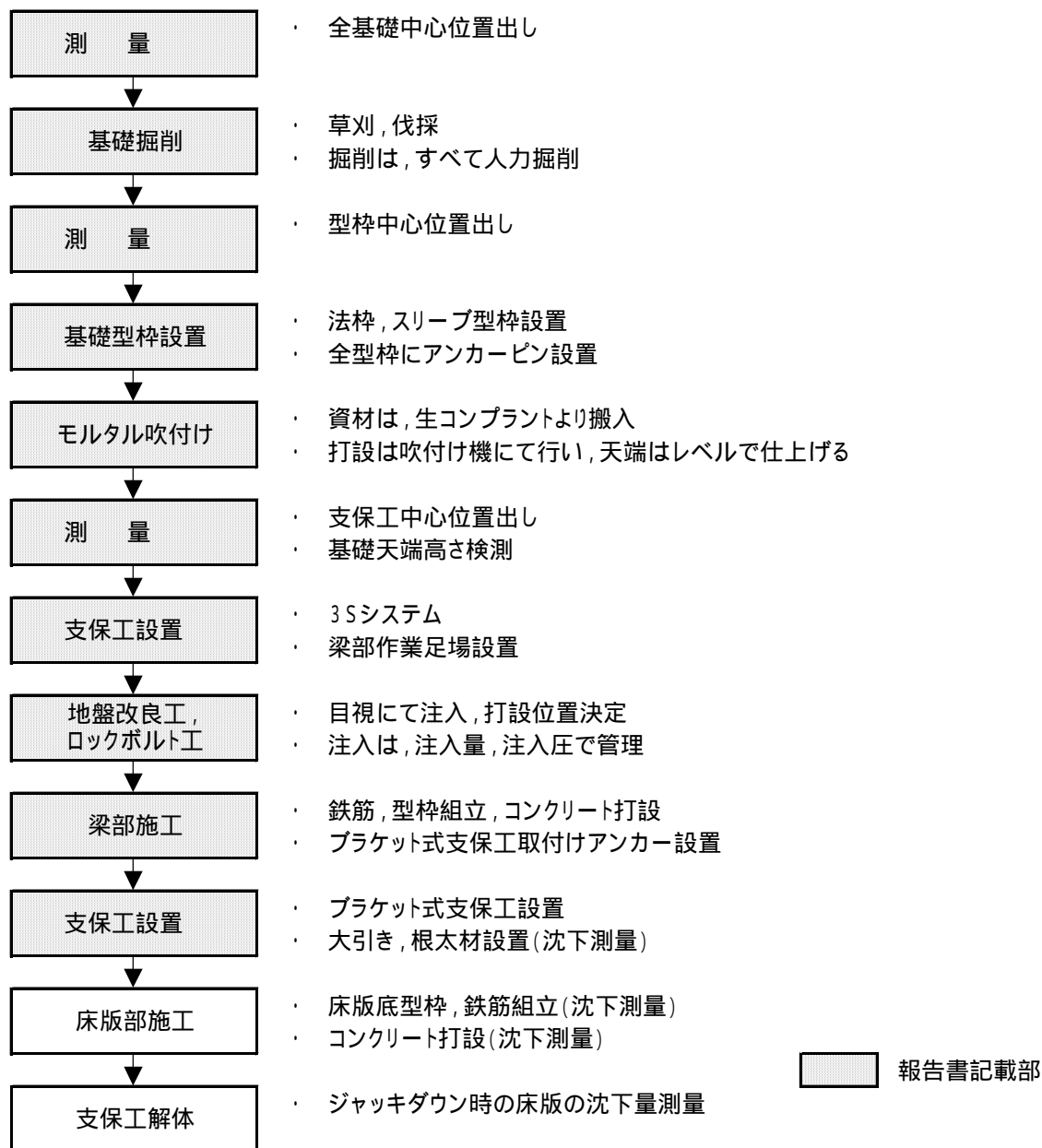


図-8 ロックボルト打設計画図

3. 工事状況

- ・ 施工手順をフローチャートに示す。(表-3 施工フローチャート)

表-3 施工フローチャート



・ 施工のポイント

今回の施工でのポイントは, 上記表-3 の測量 から であった。測量回数を多くし施工精度を上げることで, 支保工設置の施工時間が短縮でき, また支保工のゆがみも少なくすることができた。しかし, 測量時間, 回数が多くかかり, 今後の課題として測量時間, 回数を少なくすることなど色々考える要素も多かった。(図-9 支保工平面図 参照)

モルタル吹付け, 支保工, 地盤改良は, 検討, 計画を密に行ったので改良, 改善するところも少なく, 今後も参考にできると思われる。

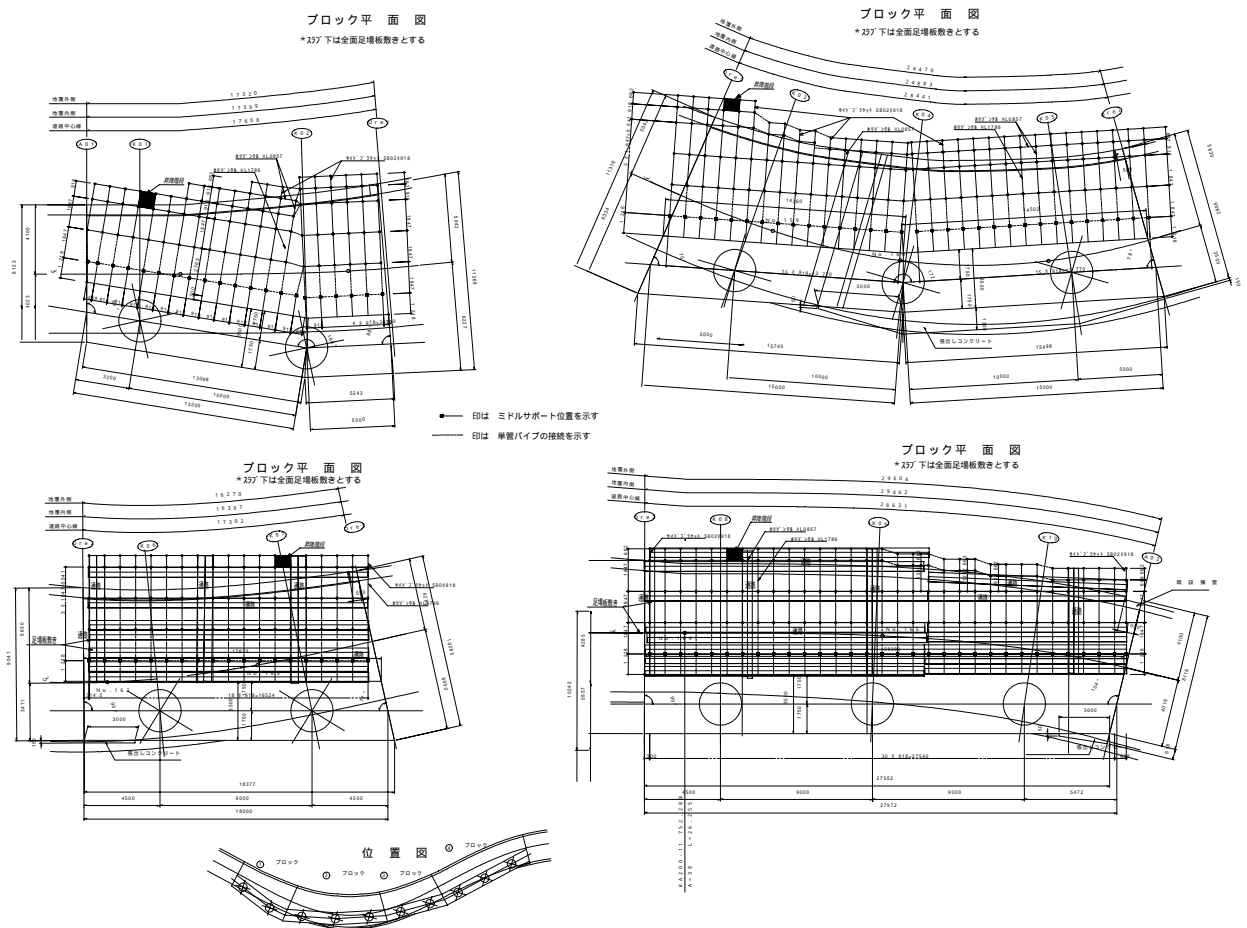


図-9 支保工平面図

4. おわりに

支保工設置において問題点を洗い出し、その対策を厳密に対策を講じた結果、工事施工において四つの点が評価された。法枠、吹付けモルタルで設置された基礎、3Sシステムによる支保工、ミドルサポートを加工したブラケット式支保工、シリカレジンでの地盤改良、ロックボルトでの抑制工。このことにより、工期の短縮、精度の高い施工ができた。

また、本報告書が今後において同種工事の参考になれば幸いである。

謝辞

本工事を施工するにあたり、緑資源機構広島地方建設部の藤田課長補佐をはじめ、多大なご協力とご指導いただいた関係各位に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) ジオフロンテ研究会:注入式長尺先受工法 (AGF工法) 技術資料, 2002.11
- 2) 日本道路公団:切土補強土工法設計・施工指針, 1998.5
- 3) 日建リース工業(株):鋼製仮設材総合カタログ, VOL. 12