

岩井築堤外工事における 情報化施工の実施内容について

平成24年2月



株式会社 北條組

施工位置図

綱切橋上流右岸側(千曲川距離標 36km付近)



施工区間

中野市 岩井地区 千曲川右岸

(県道中野・飯山線沿の堤防)



千曲川河川事務所HP「千曲川斜め写真」より

工事概要

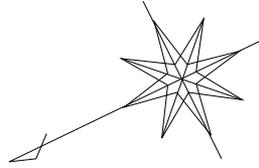
施工延長 川表側 L=1,066.9m

川裏側 L=660.0m

岩井工区

工種	細別	数量
河川土工	掘削(土砂)	2,430m ³
	盛土(採取土)	30,400m ³
	盛土(購入土)	2,500m ³
	法面整形(切土部)	260m ³
	法面整形(盛土部)	10,400m ³
法覆護岸工	張芝	7,570m ²
側道付替工	敷砂利舗装	5,372m ²
	側溝工	600m
坂路工	法先ブロック	168m
	敷砂利舗装	456m ²

築堤盛土 平面図



川裏側築堤施工区間 L=660.0m

NO. 26

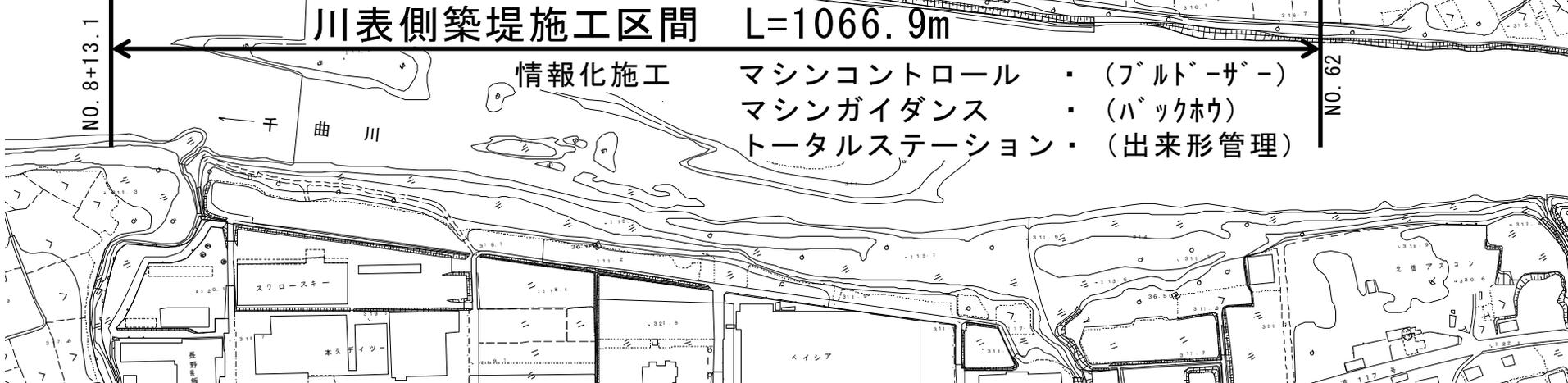
NO. 59



川表側築堤施工区間 L=1066.9m

NO. 8+13.1

NO. 62



情報化施工
マシンコントロール ・ (ブルドーザー)
マシンガイダンス ・ (バックホウ)
トータルステーション ・ (出来形管理)

千曲川

スワローズキー

本スライズ

イシヤ

ネジコン

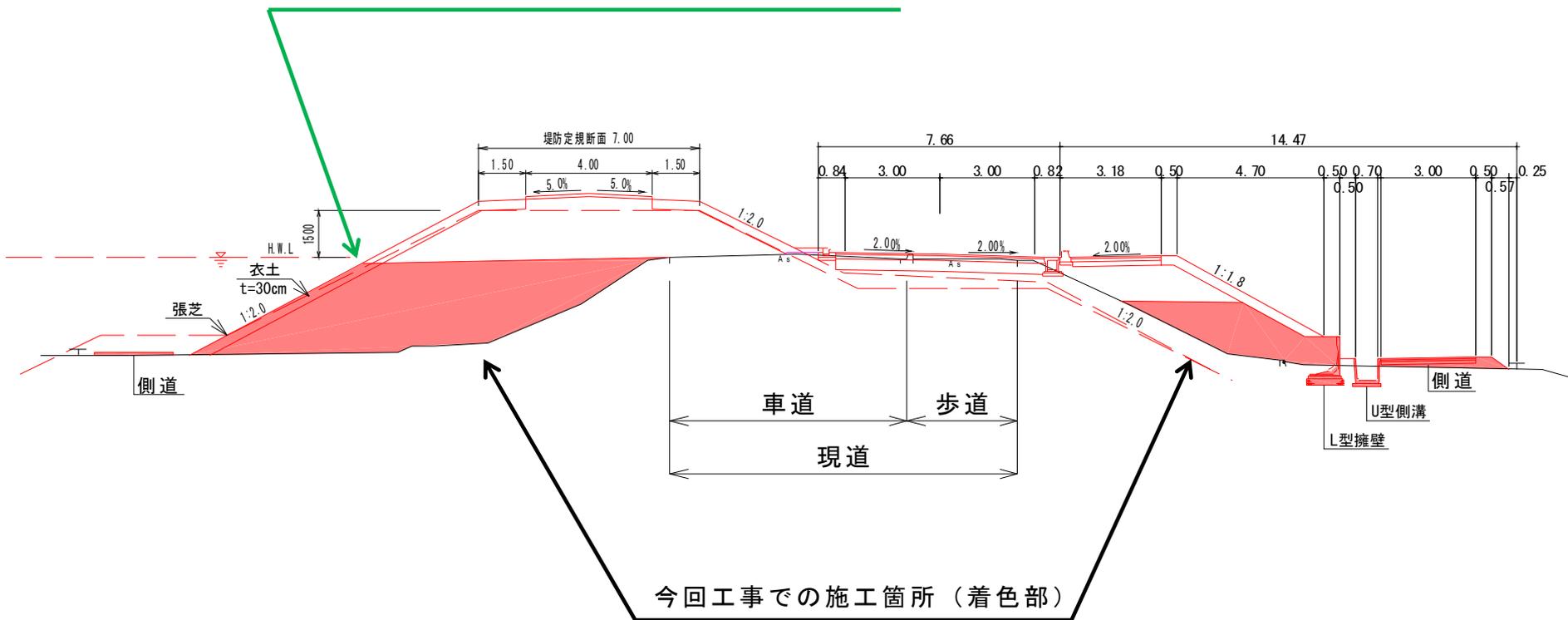
1.17

築堤盛土 標準断面図

川表側

川裏側

情報化施工
 マシンコントロール ・ (ブルドーザー)
 マシンガイダンス ・ (バックホウ)
 トータルステーション ・ (出来形管理)



情報化施工技術の採用

発注者指定

情報化施工による試験施工調査の対象工事(特記仕様書)

- ・マシンコントロール(フルドザー)
- ・マシンガイダンス(バックホウ)
- ・トータルステーション(出来形管理)

情報化施工の手順

フロー図(全体)

①準備工

機器・ソフトの手配、座標リストの入手、機械の選定



②起工測量

横断測量・縦断測量・基準点確認



③基本設計データの作成

- 1) CAD図面の取込・照査
- 2) 主要座標
- 3) 路線線形
- 4) 縦断計画
- 5) 横断計画
- 6) 基本設計データ出力

情報化施工の手順（続き）

④システムの取付 機械の搬入

モニター、コントロールボックス等の取付、基地局の設置
現場にブルドーザー・バックホウを搬入

⑤施工（敷均し）

マシンコントロール・(ブルドーザー) D6、D3 各1台

⑥施工（法面整形）

マシンガイダンス・(バックホウ) 0.7m³級 1台

⑦出来形計測

トータルステーションによる出来形

情報化施工の流れ

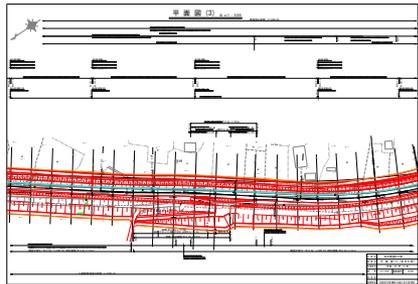
座標リスト・計算書

測量（堤防法線）

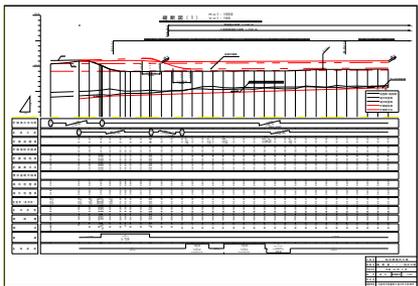
曲線要素一覧表

IPNO	IA	R	CL	TL	SL	D	X座標	Y座標
EP						88.805	92775.813	-11936.730
IP1	5-25-15	1000.000	94.609	47.340	1.120	888.028	92698.423	-11982.289
IP2	13-40-05	1000.000	238.553	119.845	7.156	1016.227	91979.135	-12503.075
IP3	45-36-46	595.000	473.677	250.194	50.463	761.516	91038.492	-12887.664
IP4	17-21-53	530.000	160.627	80.934	6.144	17.654	90339.477	-12585.531
EP						90167.772	-12567.452	

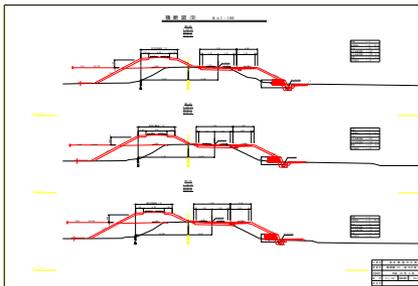
平面図



縦断面図



横断面図



差異の確認

起工測量



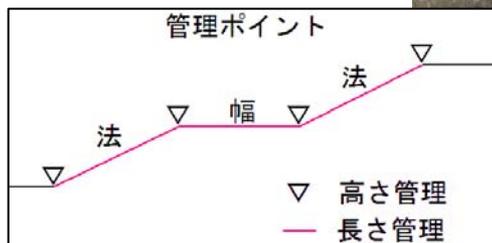
LandXML (TINデータ)



武蔵で2次元データを3次元に統合

基本設計データ

TSによる出来形計測



マシンガイダンス・(バックホウ)



マシンコントロール・(ブルドーザー)



①準備工

使用機器

トータルステーション (2級) (株)シーティーエス)
(3級でもよい) (株)ソキア販売)

使用ソフト

武蔵 (福井コンピュータ(株))

座標リスト

発注者より入手する
(今回主要座標以外は業者で入力)

使用機械

マシンコントロール・21t級ブルドーザー(D6) 1台
(株)アクティオ)

マシンコントロール・8t級ブルドーザー(D3) 1台
(株)前田製作所)

マシンガイダンス・0.7m³級バックホウ 1台
(株)アクティオ)

②起工測量

トータルステーション(2級)を使用して縦断・横断測量を実施し基準点の確認を行う。

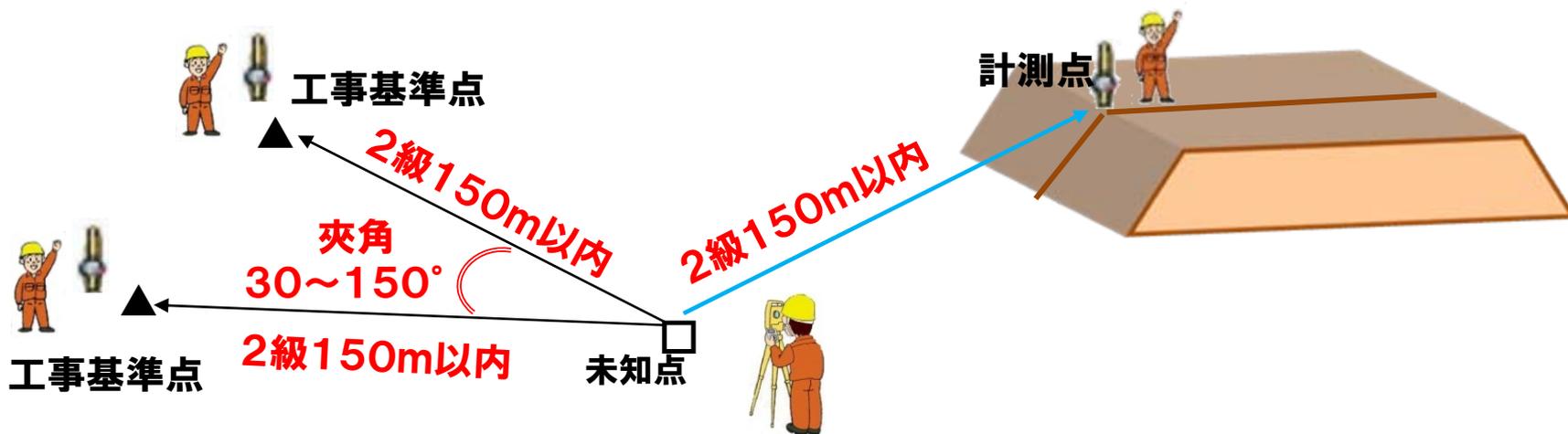
縦断図・横断図に現況ラインを記入し差異の有無を確認する。

トータルステーションの設置

工事基準点上に設置することが計測精度を確保する観点から望ましいが、複数の工事基準点を観測できる場合は任意の未知点に設置する。

未知点に設置する際は、工事基準点間の**夾角は $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 以内**にする。

工事基準点までの**斜距離は2級TSは150m(3級TSは100m)以内**にする。



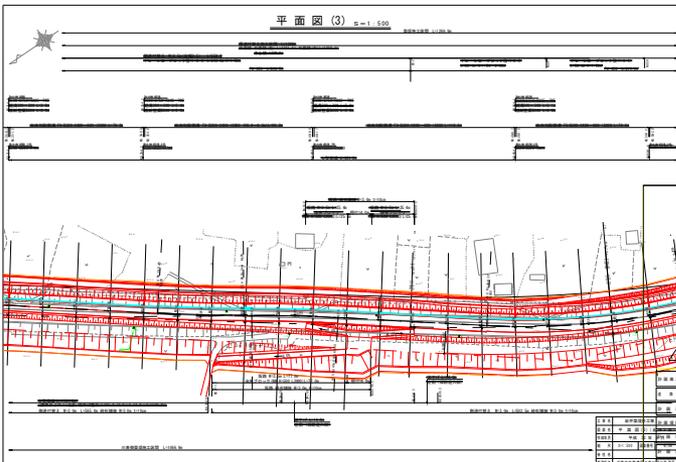
③基本データの作成

1) CAD図面の取込・照査 (CAD図面: 平面図、縦断図、横断図)

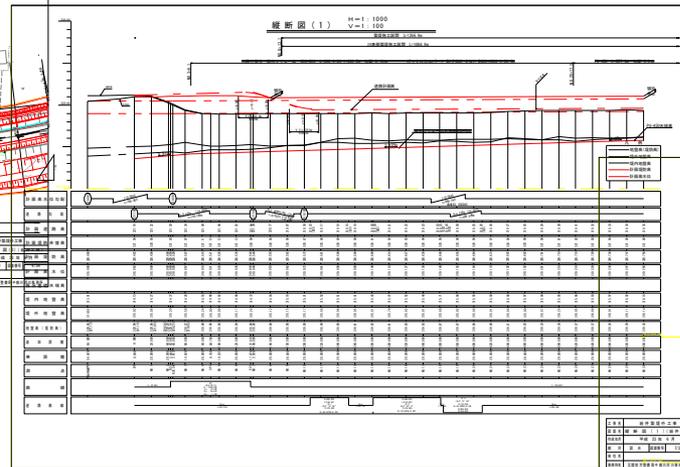
縮尺・座標系情報が異なる場合があるので正確に取込む。

寸法や勾配、標高など記載内容と合致しているか図面上で確認する。

平面図



縦断図



横断図



2) 主要座標入力(線形主要点、基準点等)

トータルステーション設置時に利用する基準点座標や平面線形を構成する主要点座標を、座標リスト、線形計算書や図面、測量結果から入力する。

ファイル(F) 編集(E) 座標入力(C) 測量計算(M) ツール(T) ヘルプ(H)

選択: 座標を指定

座標入力

CAD登録 ズーム

設定 >>
取り込み <<
電子野帳
SIMA
SIMA(JPGIS)
CSV
座標変換
帳票作成
書き出し >>
閉じる

No.	点名	X座標	Y座標	Z座標
1	R35.5K	92739.949	-11964.644	
2	R36.0K	92211.830	-12341.059	
3	R36.5K	91848.395	-12561.106	
4	3T-6	92821.256	-11892.744	
5	T-1	92865.392	-11891.944	
6	T-2	92770.641	-11923.601	
7	T-3	92683.739	-11986.939	
8	T-4	92643.146	-12030.523	
9	T-5	92590.748	-12053.695	
10	T-6	92551.246	-12094.821	
11	T-7	92502.722	-12115.529	
12	T-8	92467.592	-12154.384	
13	T-9	92407.661	-12183.502	
14	T-10	92373.115	-12222.839	
15	T-11	92325.859	-12243.638	
16	T-12	92291.992	-12282.078	
17	T-13	92245.952	-12302.055	
18	T-14	92160.866	-12363.694	
19	T-15	92137.762	-12395.796	
20	T-16	92088.934	-12415.589	
21	T-17	92055.313	-12453.316	
22	T-18	92008.447	-12473.168	
23	T-19	91967.182	-12510.341	
24	T-20	91925.841	-12516.917	
25	T-21	91884.753	-12534.610	
26	T-22	91795.311	-12567.619	
27	T-23	91738.786	-12596.170	
28	T-23-1	91680.491	-12594.228	

CADから取得

平面図 (1) s=1:500

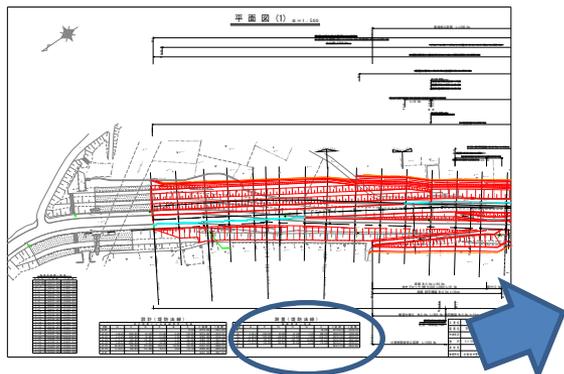
設計(堤防法線) 測量(堤防法線)

座標入力 ***** ***** 座標数:2621 最終点番:2621

3) 路線線形入力(曲線要素を入力)

線形計算書や図面を参照し、線形を入力する。
この段階で高さを持たない平坦な平面線形が構築される。

平面図



座標拡大

測量(堤防法線)

曲線要素一覧表

IPNO	IA	R	CL	TL	SL	D	X座標	Y座標
BP						89.805	92775.813	-11936.730
IP1	5-25-15	1000.000	94.609	47.340	1.120	888.028	92698.423	-11982.289
IP2	13-40-05	1000.000	238.553	119.845	7.156	1016.227	91979.135	-12503.075
IP3	45-36-46	595.000	473.677	250.194	50.463	761.516	91038.492	-12887.664
IP4	17-21-53	530.000	160.627	80.934	6.144	172.654	90339.477	-12585.531
EP							90167.772	-12567.452



武蔵に入力

ファイル(F) 編集(E) 線形計算(Z) 測量計算(V) ツール(T) ヘルプ(H)

i 選択: 座標を指定

線形計算

No.	IPNo	IP点番	IP点名	X座標	Y座標	IA	タイプ	A1	R1	A2
1		31	BP	92775.813	-11936.730		BP点			
2		32	IP1	92698.423	-11982.289	5.2514	単曲線		1000.000	
3		33	IP2	91979.135	-12503.075	13.4005	単曲線		1000.000	
4		34	IP3	91038.492	-12887.664	45.3646	単曲線		595.000	
5		35	IP4	90339.477	-12585.531	17.2153	単曲線		530.000	
6		36	EP	90167.772	-12567.452		EP点			
7										
8										
9										

計算条件

線形入力

センター表示

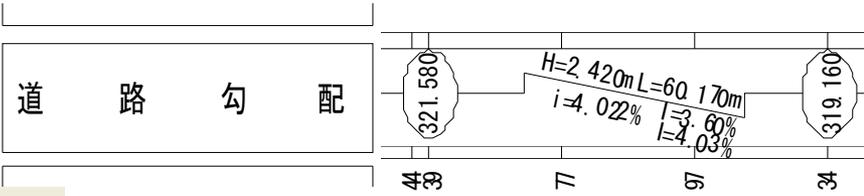
巾杭計算

幅員計算

閉じる

4) 縦断計画入力(勾配変化点の要素入力)

縦断図を参照し、主要点の高さや勾配、緩和曲線の要素などを入力する。
 この段階で高さが与えられ、縦断方向の壁が構築される。
 (今回は起工測量値記入)



ソフトウェアメニュー: ファイル(F) 編集(E) 縦断線形(Z) 測量計算(V) ツール(T) ヘルプ(H)

測点を指定

縦断線形

計算設定
 現地盤
 計画
 取り込み >>
 一括計画 >>
 帳票作成
 形状図配置
 曲線

横断面

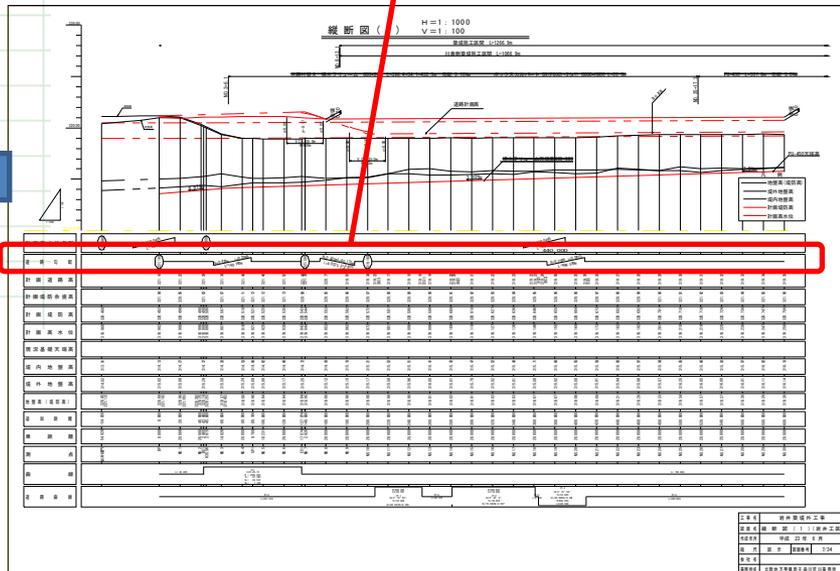
路線名: 平成23年度 岩井築堤外工事
 追加距離変更時: 計画高を固定

No.	測点名	+距離	追加距離	地盤高	計画高	前点からの勾配	VCL
1	NO.9	0.000	180.000		319.000		
2	NO.10	0.000	200.000		319.010	0.05	
3	NO.11	0.000	220.000		319.000	-0.05	
4	NO.12	0.000	240.000		318.980	-0.10	
5	NO.13	0.000	260.000		319.020	0.20	
6	NO.14	0.000	280.000		319.030	0.05	
7	NO.15	0.000	300.000		319.020	-0.05	
8	NO.16	0.000	320.000		319.050	0.15	
9	NO.17	0.000	340.000		319.050	0.00	
10	NO.18	0.000	360.000		319.090	0.20	
		1.000	380.000		319.100	0.05	
		1.000	400.000		319.090	-0.05	

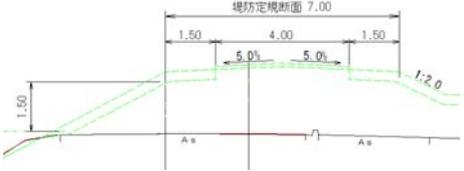
NO.9
 D=180.000
 GH=3.08 (319.00)
 FH=320.000

縦断図

拡大



起工測量値



6) 基本データ出力

2次元的に入力した、座標、平面曲線、縦断計画、横断計画のデータを統合して、3次元基本設計データLandXML (TINデータ)が完成する。

The screenshot displays a CAD application window with a menu open. The menu path is: 測量計算データ管理(M) > 座標入力(Z) > 座標プロット(P) > 線形XML(X). The main drawing area shows a cross-section of a road with various data points and dimensions. A table of data is visible in the upper right of the drawing area:

NO. 33
D = 660.000
GH = 319.41 (319.41)
FH = 321.08

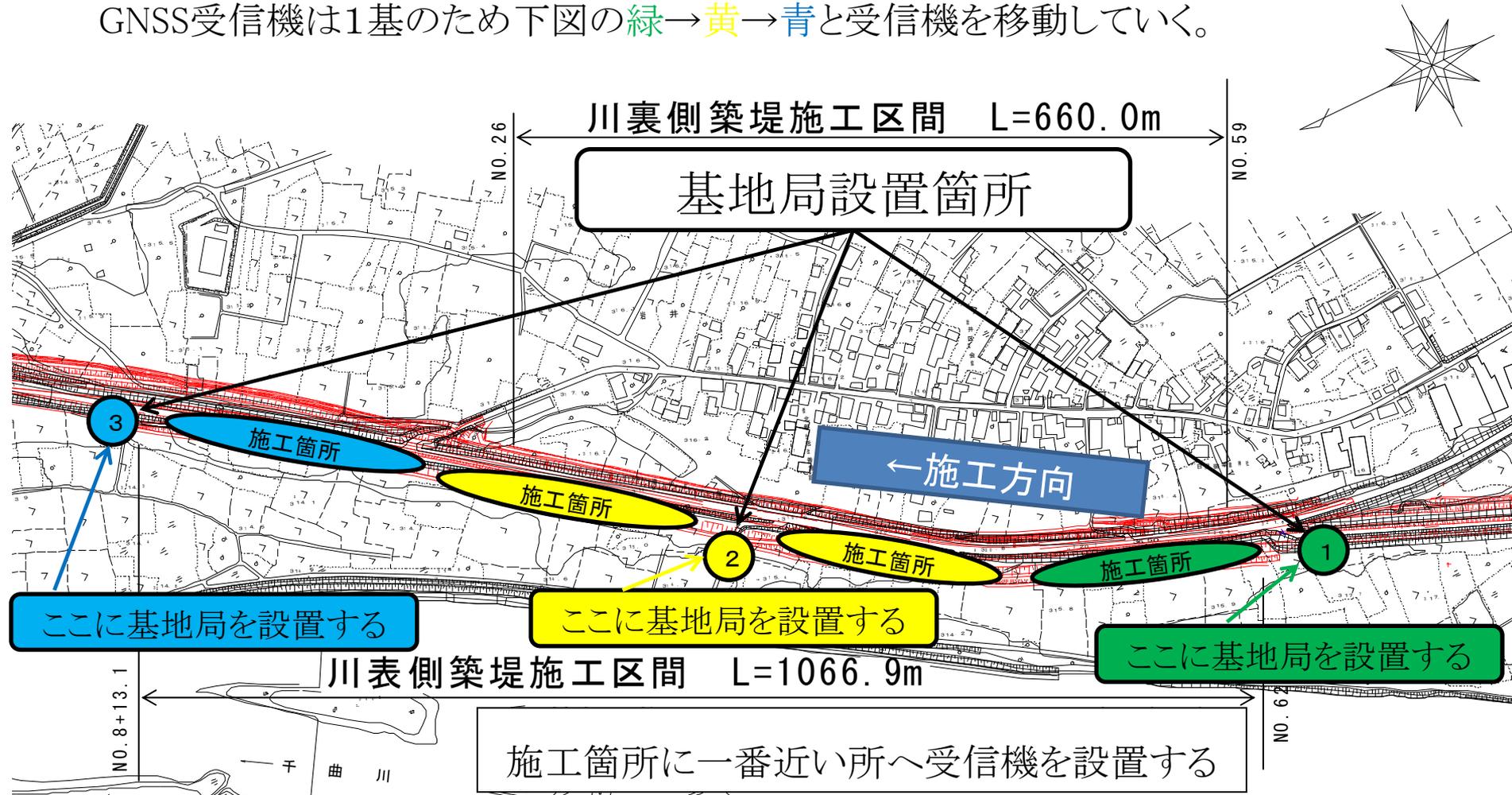
The drawing area includes labels for '設計中心線' (Design Center Line) and '測量中心線' (Survey Center Line), along with various dimensions and slopes such as 1:2.0, 5.0%, and 2.00%. The status bar at the bottom indicates '1 19 横断面(9)', 'A1(横) [594.0/841.0]', and '測量 座標数:0 最終点番:0'.

④システムの取付・機械の搬入

1) 基地局GNSS受信機の設置

受信距離が500m～600m程度なので現地を確認し、設置箇所を3箇所にした。

GNSS受信機は1基のため下図の緑→黄→青と受信機を移動していく。



2) マシンコントロール・ブルドーザー機器構成

●モニター



●クイックディスクコネク



●移動局GNSSアンテナ



●電磁バルブ



●ブレードスロープセンサー



3) マシンガイダンス・バックホウ機器構成

● 基地局GNSS受信機



● コントロールボックス&ライトバー

- ・センサーの制御、設計データ読み取り



● チルトセンサ

- ・ブーム、アーム、バケットの角度の角度を計算



● 無線機

- ・基地局からのGNSS補正データを受信



● 専用GNSS受信機MS900

- ・車体の向きや左右の傾きを計算
- ・車体の三次元位置取得



● ピッチセンサー

- ・車体の前後の傾きを計算



基地局に設置したGNSS受信機からの補正データを無線機でバックホウ側に送る事によって、バックホウに設置したGNSS受信機の「XYZ」位置が判明します。バックホウの「ブーム」「アーム」「バケット寸法」を事前計測し、その値を「コントロールボックス」に入力しておきます。バックホウの「ブーム」「アーム」「チルトセンサー」から送られて来る傾斜情報により、バケット先端部の「XYZ」値を割り出す事が出来ます。

⑤ 施工 (敷均し)

マシンコントロール・ブルドーザー

GNSS衛星



21t級ブルドーザー (D6)



受信距離 500m~600m程度



拡大

基地局GNSS受信機



8t級ブルドーザー (D3)

モニター



⑥施工(法面整形)

マシンガイダンス・バックホウ

GNSS衛星



0.7m3級バックホウ



受信距離 500m~600m程度



拡大

コントロールボックス&ライトバー



北距 (m)	91751.91	北11の橋 中心
東距 (m)	-12599.35	
高さ (m)	320.00	水平2711
設計高 (m)	637.63	基準2711
向き (°)	216	GPS

基地局GNSS受信機

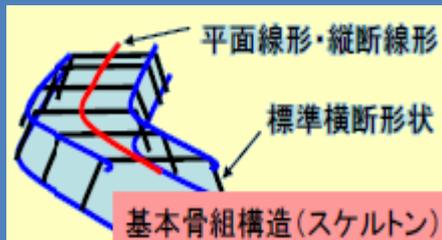


⑦出来形計測

トータルステーションによる出来形

作業の流れ

設計データ



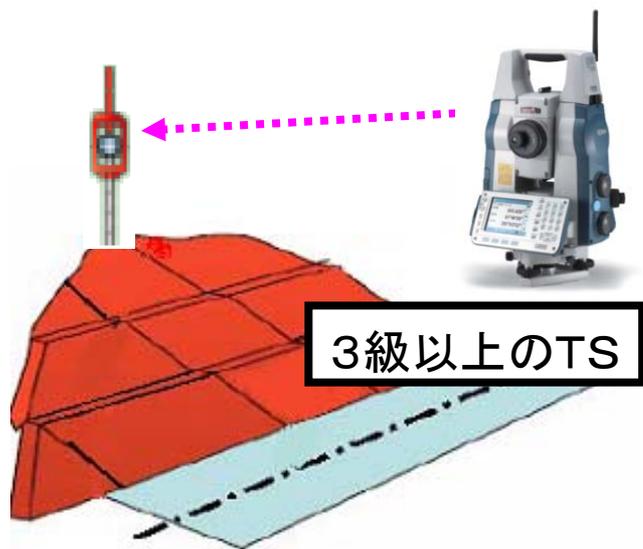
①3次元設計 データ作成

XMLデータ

③出来形帳票 作成

XMLデータ

出来形帳票



多機能電子野帳
Mr. Samurai
CAL S/i

②TS出来形 現場観 測

★メリット

- ・出来形計測の効率化
- ・帳票作成作業の効率化
- ・後戻りロスの軽減
- ・検査の効率化

情報化施工を終えて

良い点

基本設計データ作成

- 基本設計データを作り込むことにより、正確な現場の把握、精度の管理ができる。
- 座標入力時、図面と整合をとりながら作成できる。

良い点

マシンコントロール・（ブルドーザー）

マシンガイダンス・（バックホウ）

- ・ 試験盛土で定めた巻出し厚さがブルドーザーで敷均すことができる。
- ・ オペレーターの技量に品質が左右されないで施工できる。（施工速度は別）
- ・ 検測及び丁張要員が機械周辺にいないので安全性が向上する。
- ・ 丁張がなくて施工できるため、丁張にかかわる人員、時間を大幅に減らすことができる。
- ・ レベル・テープを使用した際に起こる数値の読み間違い等、人為的ミスがなくなるので手戻りにならない。
- ・ 施工箇所が直線であれば面で施工管理ができるので精度が向上する。
- ・ リアルタイムで設計値との誤差を確認できる。

今後の課題

基本設計データ作成

- 基本設計データを作る前に、起工測量、図面照査を従来以上に厳格になる。
- 設計図面の現況と起工測量との差異が多いため、正しい基本設計データを作るのに時間を費やす。
- 起工測量→図面照査→基本設計データ作成となるため、現場乗り込みが従来よりかなり遅れる。
- 情報化施工対象工事のみでは、経験を積む機会が少ない。

今後の課題

マシンコントロール・（ブルドーザー）

マシンガイダンス・（バックホウ）

- 凹凸の激しい地盤のブルドーザーでの敷均しは、機械が傾いてから排土板が水平になろうとするためワンテンポ遅れる。（手動だと予測運転ができる）
- ブルドーザーで敷きならす際、30cm毎に機械の厚さ設定をしなければならないので、土量の多さではなく広い施工ヤードが必要なので狭い場所での作業には不向きと思う。
- オペレーターがモニターの操作を覚えるのに時間がかかる。
- システム機器の取付・調整に時間がかかる。
- システム機器を搭載しているため、機械の変更が容易にできない。

今後の課題（続き）

マシンコントロール・（ブルドーザー）

マシンガイダンス・（バックホウ）

- ・ システム機器をバックホウに溶接するため、自社所有の重機を現場に投入できないことがある。
- ・ ブルドーザーへの機器類取付けは、資材の溶接、油圧バルブの追加、さらに構造内部の加工が必要となるため、自社所有の重機の活用が困難である。
- ・ 設計値との差がコントロールボックスに表示されるが、法面整形ではオペレーターの技量は必要である。
- ・ 基地局GNSS受信機のバッテリー容量が最大で約5時間なので、毎日バッテリーを充電及び交換しなければならない。

発注者への要望

- 官・民共に知識の差があるため、現場見学会、勉強会など、機械・機器にふれる講習会を多く開催してほしい。
- ブルドーザーとタイヤローラーの併用は、狭い場所では不向きとなるため、タイヤローラー転圧が標準となっていました。選択技を増やしてほしい。
- 情報化施工で使用する座標値は、発注者側で用意していただく場合は図面と照合したものをいただきたい。
- 情報化施工をする場合、マシンコントロール・(ブルドーザー)は広域な施工ヤードがある場所に取り入れていただきたい。