

**高知県**

**デジタル化 補助金**

**現場見学会**

 **i-Construction**

**受注者: 有限会社 谷脇工業**

# デジタル化補助金により

## ICT機器を導入し、**内製化**

### にチャレンジしています。

## ICT活用工事とは

高知県ICT活用工事 試行要領にて規定

① 3次元起工測量



② 3次元設計データ作成



③ ICT建設機械に施工



④ 3次元出来形管理等の施工管理



⑤ 3次元データの納入

「ICT活用工事」  
5つの施工プロセス



i-Construction

# ICT活用工事とは

## 高知県ICT活用工事 試行要領にて規定

### ① 3次元起工測量



### ② 3次元設計データ作成



### ③ ICT建設機械に施工



### ④ 3次元出来形管理等の施工管理



### ⑤ 3次元データの納入

レーザースキャナー  
点群解析ソフト

①, ④OK!

#### GTLシリーズ地上型レーザースキャナー

回転式、高速・高精度スキャン  
約1分で全面スキャン、3D点群データを  
スピーディーに取得できます。  
距離最大300m(100m以内)で、特に建築の現場  
で威力を発揮します。



自動追尾  
歩と並出し作業と威力を発揮、プリズムを  
自動追尾しながらリアルタイムに測点へ誘  
導しますので、ワーマン作業が行えます。  
精密に計測したいポイントが多くても、楽  
々行えます。

自動水準  
ピンセットや水準巻尺を必要とし  
ない。口の傾斜や作業の習熟度に左右されず、  
誰でも安定した精度とスピードで計測が行  
えます。



データはSDカードに保存  
データの保存は汎用性の高いSDカード。  
トータルステーションで計測した点データ  
と、スキャナーで取得した3D点群データ  
を同一ファイルとして保存します。



多彩な測距ターゲットに対応  
高精度な点の測定には、プリズムだけでなく  
反射シートターゲットにも対応。もちろん、  
ノンプリズム測定も可能です。  
また、360°プリズム  
は、距離を移動してス  
キャンを行う際の  
障害物としても対応  
します。

レーザーポインター  
ポタクトによって、視準方向へ極めて小さな  
スポット径のレーザーポインターを射出。  
作業中は、GTL-1000等の観測面の損傷  
なしに正確な作業の距離が引けます。



#### 点群処理ソフト TREND-POINT

3D点群処理システム  
TREND-POINT  
(トレンドポイント)



#### 点群解析ソフト MAGNET Collage

**空から**

空撮機 広範囲

UAV(ドローン)

複数のセンサで取得したデータを  
MAGNET™ Collage 一つで  
点群生成、データ合成!

World's First

**地上から**

地上型 高精度

レーザーキャナー

**走行しながら**

車載型 広範囲

MMS

データ取得

データ処理

データ加工・出力

情報活用

# ICT活用工事とは

高知県ICT活用工事 試行要領にて規定

① 3次元起工測量



② 3次元設計データ作成



③ ICT建設機械に施工



④ 3次元出来形管理等の施工管理



⑤ 3次元データの納入

レーザースキャナー  
点群解析ソフト

①・④ OK!

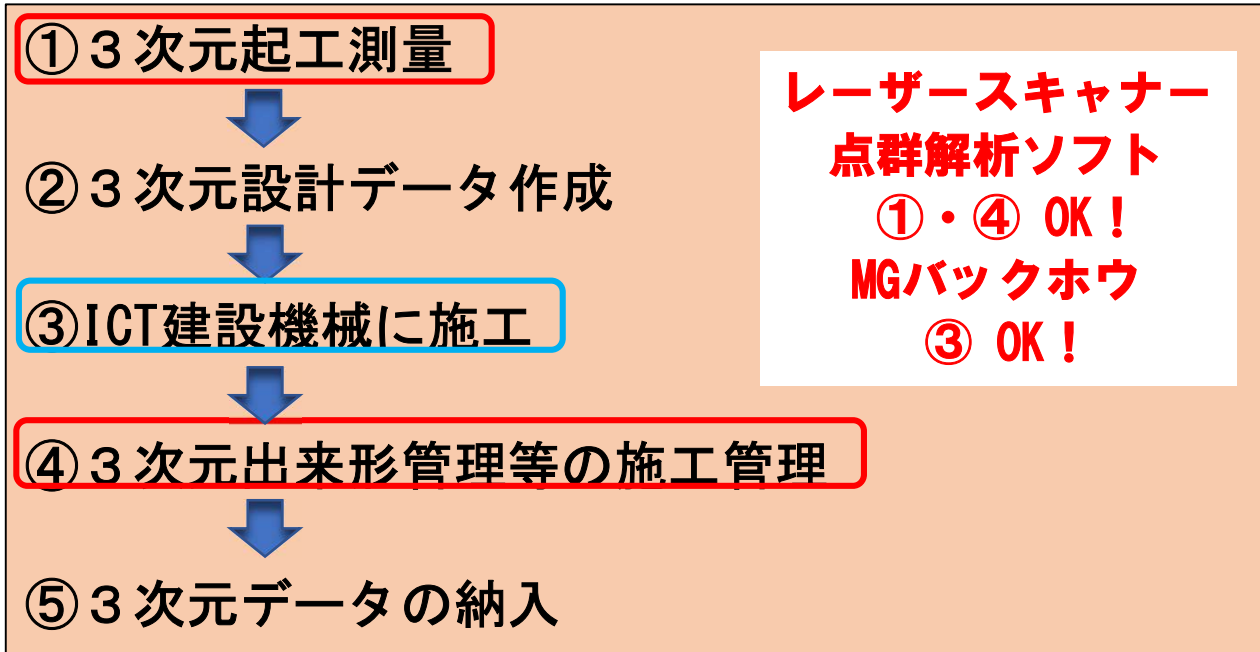
MGバックホウ

③ OK!



# ICT活用工事とは

## 高知県ICT活用工事 試行要領にて規定



## ICT土工、ICT土工1000m3未満、ICT小規模土工について

土工量1,000m3未満の工事を対象とするICT土工1000m3未満試行要領制定しました。また、現行のICT小規模土工の改定を行い、ICT小規模土工の対象が1箇所当りの施工土量が100m3程度までの掘削等の作業が対象となりました。  
ICT土工、ICT土工1000m3未満、ICT小規模土工の対象工種等は、それぞれの試行要領をご確認ください。

対象工事	ICT土工 試行要領								ICT土工1000m3 未満試行要領		ICT小規模土工	
	発注者指定型 施工者希望I型		内製化チャレンジ I型		内製化チャレンジ II型		簡易型		土工1000m3未満		小規模土工	
	対象 プロセス	積算方法	対象 プロセス	積算方法	対象 プロセス	積算方法	対象 プロセス	積算方法	対象 プロセス	積算方法	対象 プロセス	積算方法
① 3次元起工測量	必須 (外注可)	見積計上	必須 (外注可)	見積計上	必須 (外注可)	見積計上	任意 (外注可)	見積計上	任意 (外注可)	見積計上	任意 (外注可)	見積計上
② 3次元設計 データ作成	必須 (外注可)	見積計上	内製化必須 (自ら作成)	見積計上	内製化必須 (自ら作成)	見積計上	必須 (外注可)	見積計上	必須 (外注可)	見積計上	必須 (外注可)	見積計上
③ ICT建設 機械 による施工	必須 (外注可)	ICT歩 掛	必須 (外注可)	ICT歩 掛	任意 (外注可)	ICT歩 掛	任意 (外注可)	ICT歩 掛	任意 (外注可)	ICT歩 掛	必須 (外注可)	ICT歩 掛
④ 3次元出来 形管理等の施 工管理	必須 (外注可)	諸経費率 計上(実施 状況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	諸経費率 計上 (実施状 況によ り一部補 正)	任意 (外注可)	諸経費率 計上 (実施状 況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	諸経費率 計上 (実施状 況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	原則計上 しない※	必須 (外注可)	原則計上 しない※
⑤ 3次元デー タの納品	必須 (外注可)	諸経費率 計上(実施 状況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	諸経費率 計上 (実施状 況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	諸経費率 計上 (実施状 況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	諸経費率 計上 (実施状 況によ り一部補 正)	必須 (外注可)	原則計上 しない※	必須 (外注可)	原則計上 しない※
対象工事	土工量1,000m3以上 の工事が対象								土工量1,000m3未 満の工事が対象		小規模土工が発生 する工事が対象	

※原則、断面管理にて出来形管理を実施するため、経費は計上しない。ただし、受発注者協議の上、面管理にて出来形管理を実施する場合は、必要額を適正に積み上げるものとする。

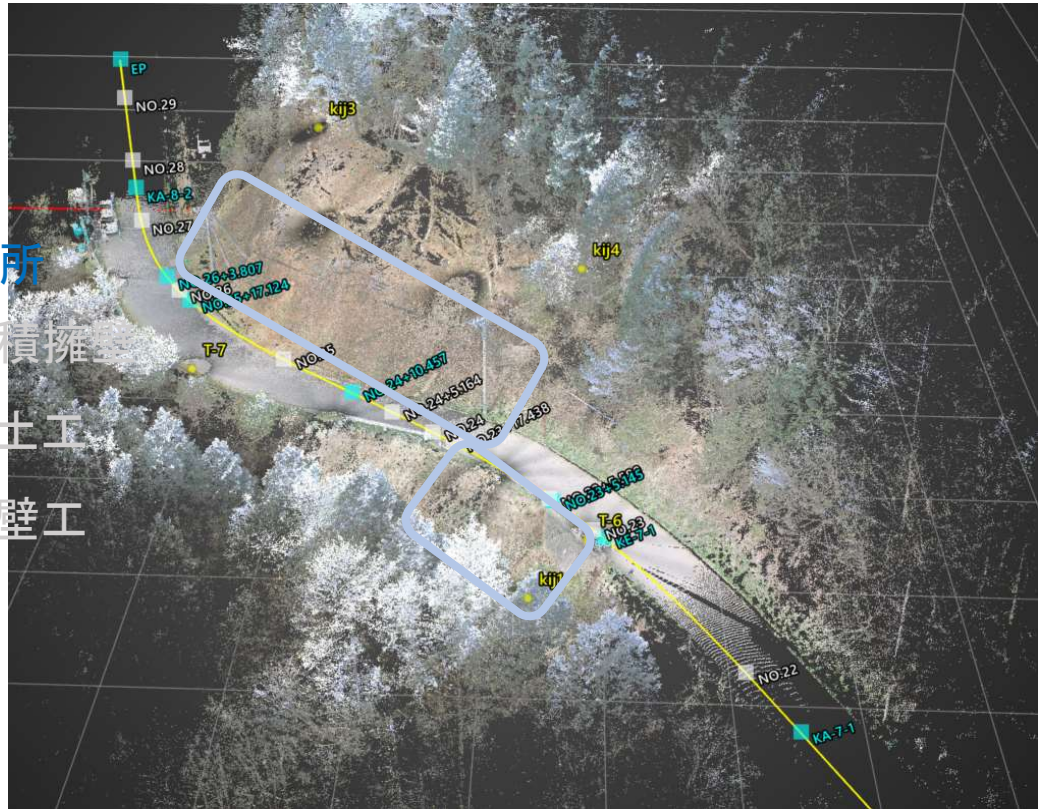
# 県道四国カルスト公園線 社会資本整備総合交付金工事

次ページから5つの施工プロセスをどの順番の工種で行ったか3D化したイメージ図を参考に説明します！！



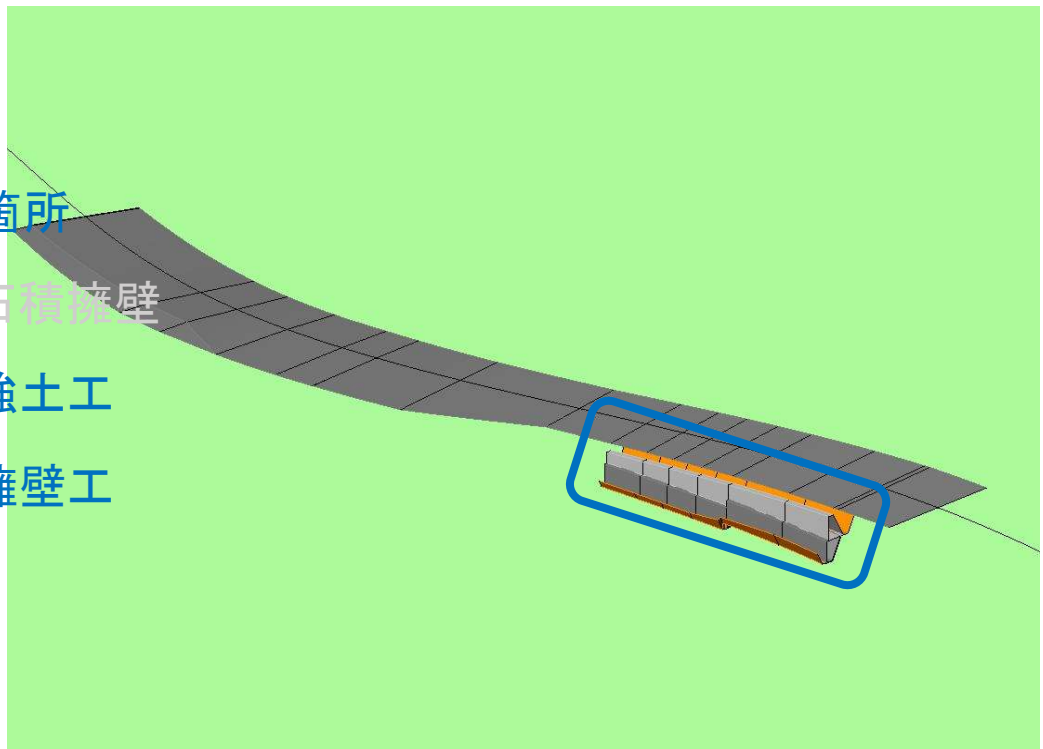
### 施工箇所

- 山留練石積擁壁
- 圧縮補強土工
- 重力式擁壁工

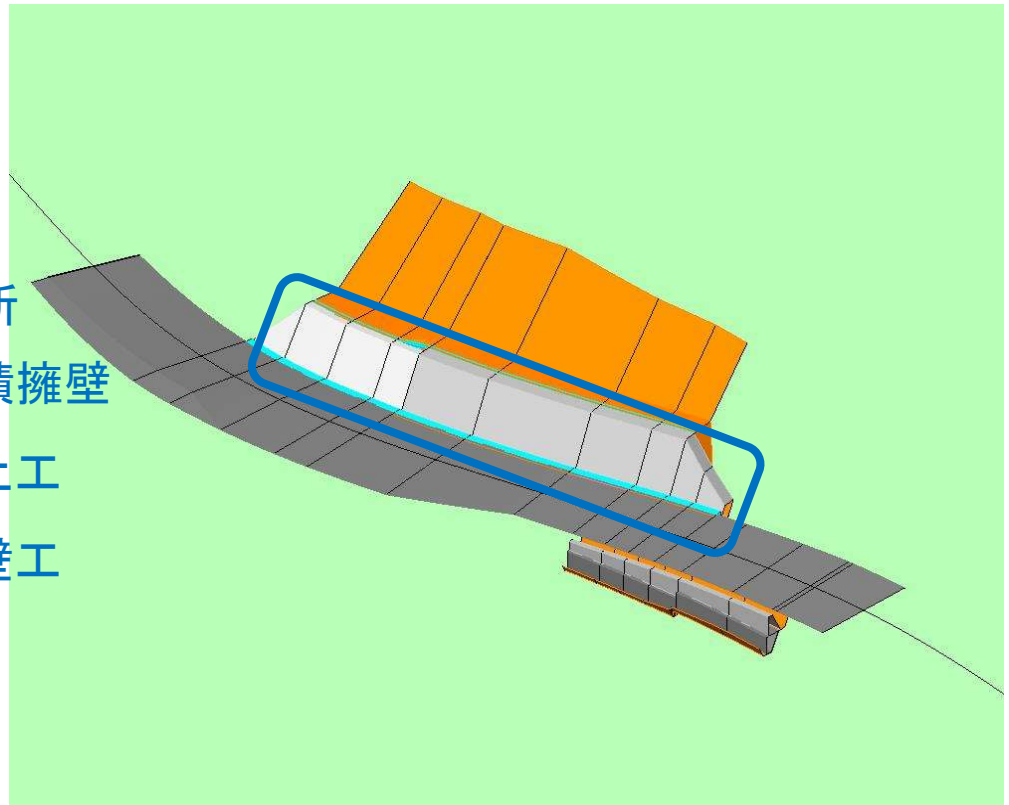


### 施工箇所

- 山留練石積擁壁
- 圧縮補強土工
- 重力式擁壁工



- 施工箇所
- 山留練石積擁壁
  - 圧縮補強土工
  - 重力式擁壁工



- 施工箇所
- 山留練石積擁壁
  - 圧縮補強土工
  - 重力式擁壁工





## ICTを活用して感じたこと

弊社では、昨年も同様にICTを活用してこの事業の施工を行いました。

前はブレーカ作業をOPのみで施工したこともあり、掘削誤差が大きくなったが、今回は杭ナビ及びGEOウォーカーを併用できたことで出来形向上に繋がりました。

また、機器の導入により起工測量と出来形計測については外注となったが、その他は自社施工を達成できました。

新技術になんともなく煩雑で、煩わしく感じていたのですが、経験することでスキルが向上していくのを、実感しました。

### ICT活用工事の利点

- ・ 従来の丁張設置や、切土面の確認等の技術者で行う業務が、マシンガイダンスバックホウを使用することにより削減され、少ない技術者でも業務の改善を実行できる。
- ・ 重機OPがバックホウの画面に出てくる情報を理解することで、過掘りや手戻り等の不具合が改善され、工期短縮につながる。

### 今後の課題

- ・ この技術に対して、高齢OPの理解が乏しい。利便性及び正確性を体感してもらえよう、教育などを通じ、体験できる環境を作るようにしたい。

# 県道四国カルスト公園線 社会資本整備総合交付金工事



次ページからは、当現場におけるTLSおよび杭ナビによる測量業務事例を、従来測量方法と比較してみましょう！



# 起工測量における点群測量と従来型横断線測量の作業比較

## TLSによる点群測量作業手順

### ①現地測量計画（スキャナー設置個所の選定）



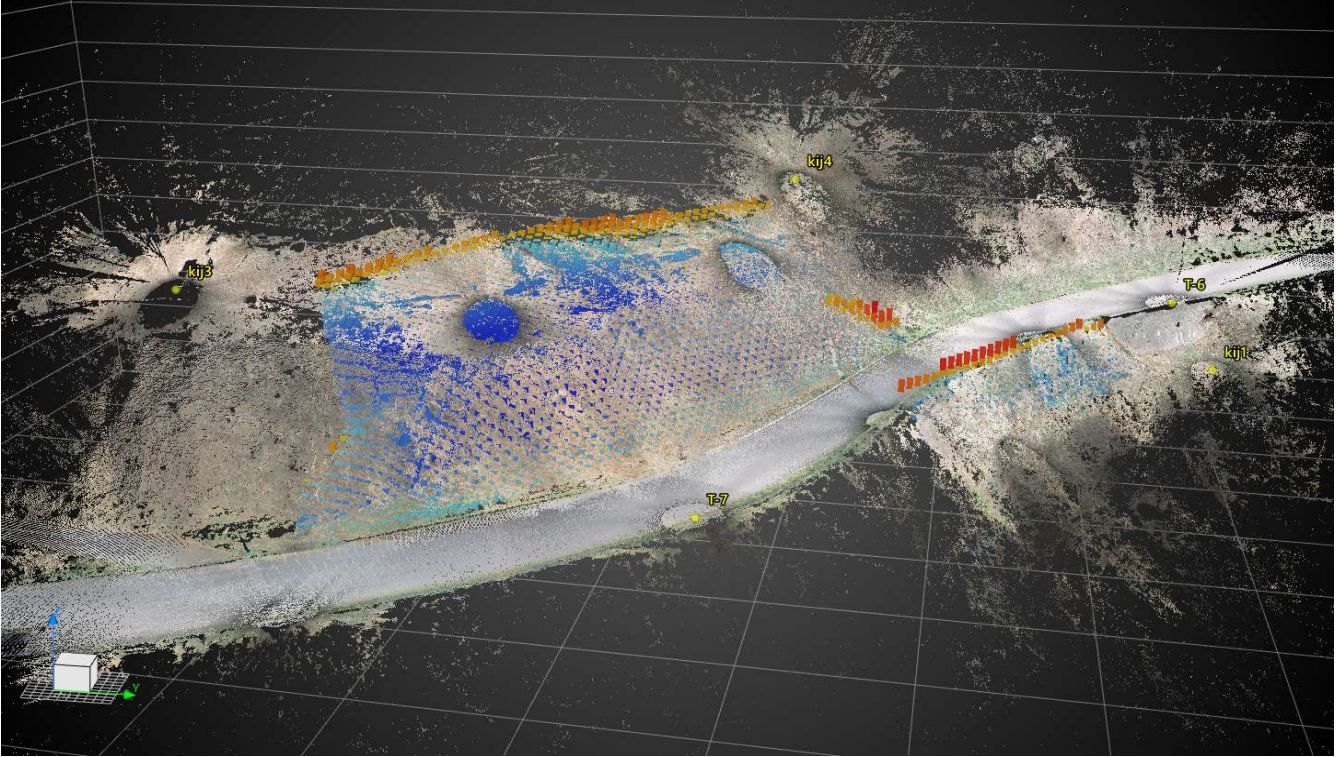
### ②測量状況



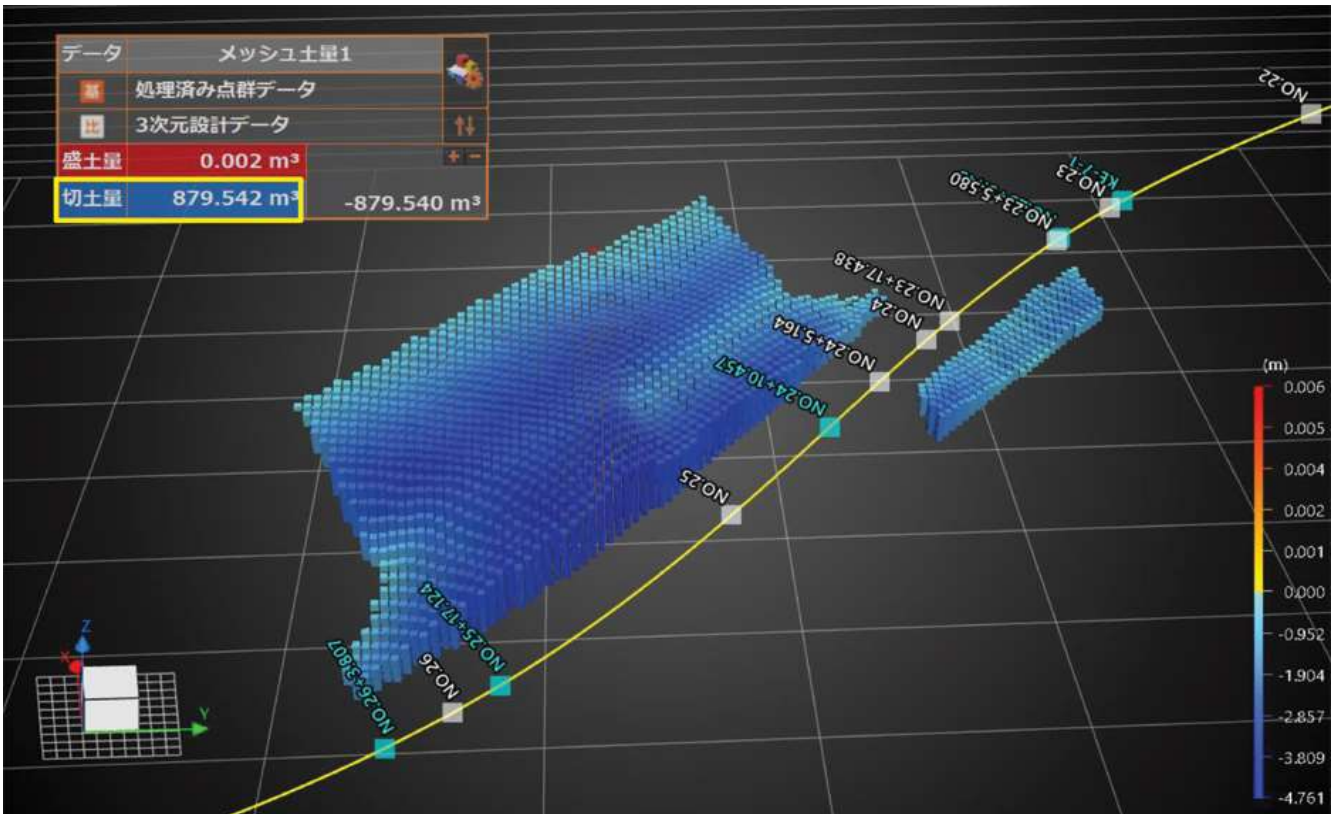
# 起工測量における点群測量と従来型横断線測量の作業比較

## TLSによる点群測量作業手順

### ③測量データ処理



### ④土量の算出



# 起工測量における点群測量と従来型横断線測量の作業比較

TLSによる起工測量		従来型横断線測量
①起工測量計画		
スキャナーの設置個所の選定と、 基準点の精度確認。 また、必要に応じて基準点の増設 所要時間約4時間 必要作業員1人(杭ナビ使用)	同程度の 所要時間 杭ナビ使用で	基準点の精度確認。 また、必要に応じて基準点の増設 所要時間約4時間 必要作業員2人
②現地測量		
選定した設置個所から放射測距を行う。 当工事では、設置個所11か所。 所要時間は約2時間半 必要作業員2人  ※所要時間が横断測点数に左右されない	約1時間半 時間短縮	道路中心測量及び方向杭を設置した後 各測点ごとにトランシットとポールを 用いて測量。当工事では5横断。 推定所要時間は約4時間 必要作業員3人  ※横断測点が増えるほど所要時間も増える
③・④測量データ処理・土量算出		
測距器から作業機器へデータを移行し点群処理 作業を行い、3D設計データとの結合を行う。 所要時間は約半日 必要作業員1人  ※所要時間が横断測点数に左右されない	約4時間 時間短縮	各測点ごとに、検知野帳のデータを横断頭上に プロットし、各横断ごとの断面積の算出を行う。 算出した断面積をもとに平均断面法にて 土量の算出を行う。 推定所要時間は約1日 必要作業員1人  ※横断測点が増えるほど所要時間も増える

## 所要時間比較

$$\begin{array}{c}
 \text{①} \qquad \qquad \qquad \text{②} \qquad \qquad \qquad \text{③・④} \\
 \text{TLS測量} \quad t = (4.0 * 1人) + (2.5 * 2人) + (4.0 * 1人) = 13.0 \text{ h}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{①} \qquad \qquad \qquad \text{②} \qquad \qquad \qquad \text{③・④} \\
 \text{従来型測量} \quad t = (4.0 * 2人) + (4.0 * 3人) + (8.0 * 1人) = 28.0 \text{ h}
 \end{array}$$

$$\text{所要時間差} \quad T = 28.0 - 13.0 = 15.0 \text{ h} \quad \rightarrow \quad \text{約2人役の削減}$$

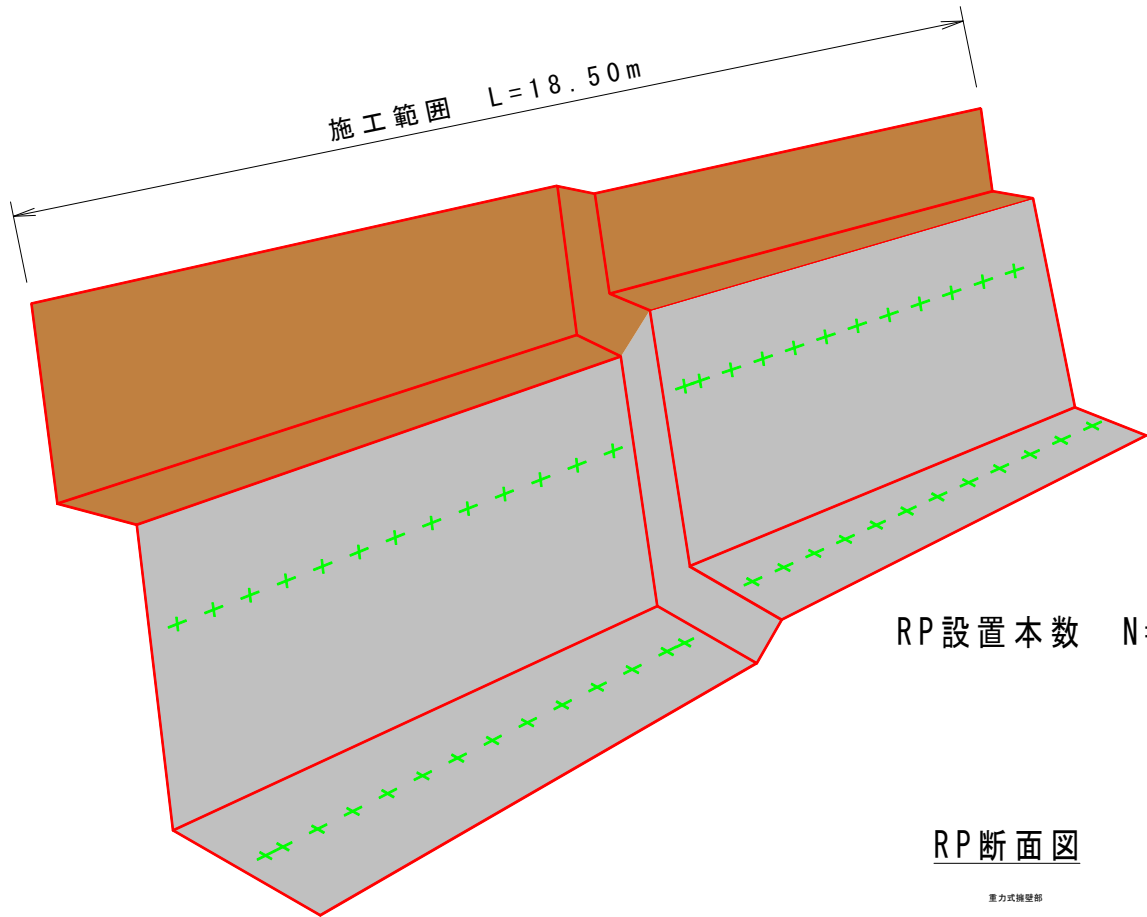
さらに…



# 当工事における杭ナビ測量事例と従来型測距器の作業比較

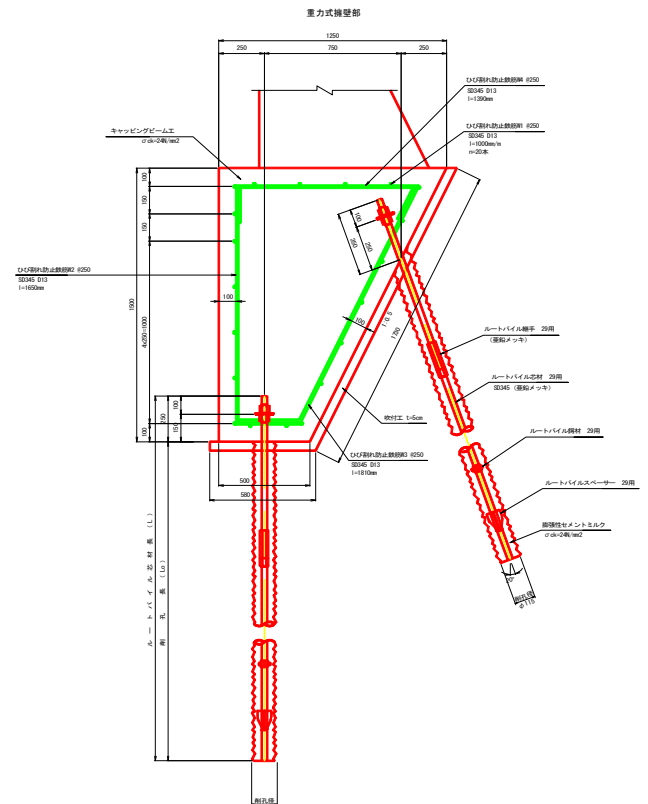
キャッピングビーム工におけるルートパイル（鉄筋挿入）施工の位置出し測量

RP配置図



RP設置本数 N=51本

RP断面図



## ルートパイル設置測量施工概要

ルートパイル工法とは、グラウトのEP（エクスパンション）効果とパイルの網状配置効果により、地山と補強材の一体化をはかる工法。

当工事では、上記工法の施工前準備として、削孔の位置だしを杭ナビを用いて行った。

# ①従来型測距器による測量作業内容及び手順と、各作業の所要時間

## 作業手順

①使用する測距器を既知点へ据え付ける。



②後視点視準(1点)を行い、作業開始。(以下作業員2名)



③観測補助員が削孔個所付近へ移動し、1度目の測距を行う。  
この時、観測者はあらかじめ用意した放射逆計算書に記載された測距角度の設定を行う。

(※外部機器やソフトウェアを使用し省略可)



④1度目の測距により観測された位置の誤差寸法を計算し補助者に伝え、  
補助者はスケーリングにより観測位置の調整を行う。



⑤2度目の観測を行い、誤差が確認された場合は④の要領で微調整を行う。



⑥微調整完了後、マーキングを行い次点の測量に移る。→③へ

## 所要時間

①約2分×1人 = 2分  
②約2分×2人 = 4分

測量準備  
約6分

従来機器による観測所要時間

③約1分×2人 = 2分

④約1分×2人 = 2分

⑤約2分×2人 = 4分

⑥約1分×2人 = 2分

1個所当りの  
測量時間  
約10分

$$t = 6 + (10 \times 51 \text{個所}) = \text{約} 516 \text{分}$$

## ②杭ナビによる測量作業内容及び手順と、各作業の所要時間

### 作業手順

①使用する測距器を任意に据え付け、快速ナビとの通信を行う。



自動で水準調整を行うため据付操作不要！設置時間が短い！！

②後視点視準（2点）を行い、作業開始。



以降の作業もすべて1で行えるため人件費が削減！

③観測者が快速ナビの指示に従い削孔箇所へ移動する。



快速ナビによりミラーの常時誘導を行うため複数回に及ぶ測距が不要！

④マーキングを行い次点の測量に移る。→②へ

### 所要時間

①約1分

測量準備  
約4分

②約3分

③～④約2分

測量時間/1箇所  
約2分

従来機器による観測所要時間

$$t = 4 + (2 * 51) = \text{約}106\text{分}$$

## 結 果

位置出しにかかる延べ時間差

$$516\text{分} - 106\text{分} = \text{約}410\text{分}$$

作業時間と人件費の大幅な短縮に成功



# 参 考 資 料

## 目 次

- P. 1 : 従来型測距器と杭ナビの性能比較
- P. 2 : 杭ナビ及び快速ナビを用いて作成した管理資料サンプル  
(ルートパイル出来形座標一覧)
- P. 3～P. 5 : 杭ナビとGEO WALKERの性能比較図表

# 従来型測距器

機械点  
(任意点据付)  
観測者



- ①既知点への測距器設置が必要  
(外部機器やソフトウェア併用により任意設置も可能)
- ②観測者のほかに観測補助者が必要
- ③測距器据付位置が限定的であるため、  
物陰や直下部等の観測困難な範囲が出てきやすい
- ④観測データによる座標計算に時間がかかる
- ⑤逆計観測時は、計算書の作成が必要
- ⑥逆計観測時は、角度の設定当時時間がかかる
- ⑦逆計観測時は、1箇所毎に数回の測距が必要であるため時間がかかる

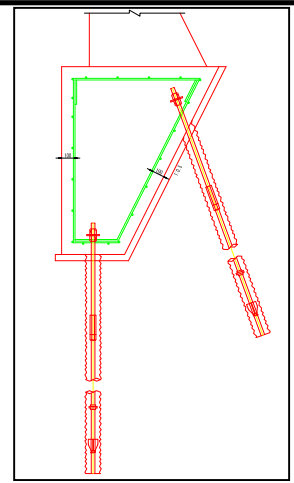
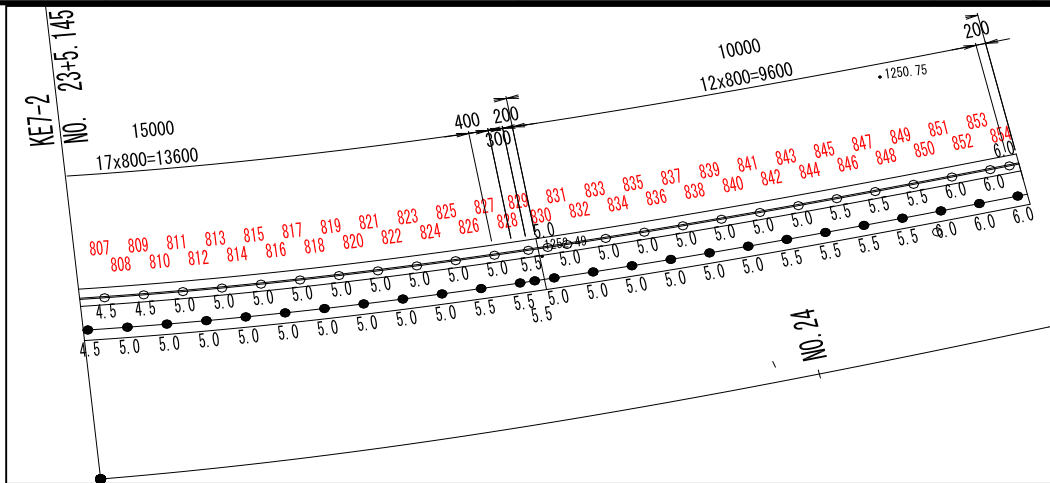
# 杭ナビ

機械点  
(任意点据付)



- ①自由な位置に測距器設置が可能
- ②観測者のみで作業可能
- ③測距器据付位置が任意であるため、  
観測困難な場所がでにくい
- ④観測時にその場で座標変換  
CSV等へのデータ変換が可能で、管理書類作成が容易になる
- ⑤3Dデータの作成後は、現場測設が可能
- ⑥・⑦自動追尾による常時観測で時間短縮

施工番号	X			Y			偏心	Z		
	設計	実測	誤差	設計	実測	誤差		設計	実測	実測
807	52388.425	52388.422	-3	-46748.025	-46748.036	-11	11	1251.400	1251.406	6
808	52387.562	52387.551	-11	-46746.923	-46746.936	-13	17	1252.479	1252.473	-6
809	52387.932	52387.937	5	-46748.655	-46748.652	3	6	1251.400	1251.399	-1
810	52388.269	52388.266	-3	-46749.436	-46749.423	13	13	1252.479	1252.468	-11
811	52387.432	52387.416	-16	-46749.280	-46749.275	5	17	1251.400	1251.395	-5
812	52387.762	52387.748	-14	-46750.065	-46750.056	9	17	1252.479	1252.476	-3
813	52386.927	52386.910	-17	-46749.901	-46749.903	-2	17	1251.400	1251.393	-7
814	52387.249	52387.243	-6	-46750.688	-46750.695	-7	9	1252.479	1252.470	-9
815	52386.415	52386.404	-11	-46750.516	-46750.528	-12	16	1251.400	1251.405	5
816	52386.731	52386.709	-22	-46751.306	-46751.300	6	23	1252.479	1252.477	-2
817	52385.899	52385.904	5	-46751.128	-46751.142	-14	15	1251.400	1251.413	13
818	52386.207	52386.198	-9	-46751.920	-46751.925	-5	10	1252.479	1252.482	3
819	52385.377	52385.385	8	-46751.734	-46751.743	-9	12	1251.400	1251.394	-6
820	52385.679	52385.660	-19	-46752.529	-46752.522	7	20	1252.479	1252.469	-10
821	52384.850	52384.836	-14	-46752.337	-46752.326	11	18	1251.400	1251.409	9
822	52385.146	52385.127	-19	-46753.134	-46753.132	2	19	1252.479	1252.464	-15
823	52384.319	52384.315	-4	-46752.935	-46752.922	13	14	1251.400	1251.408	8
824	52384.609	52384.626	17	-46753.735	-46753.727	8	19	1252.479	1252.486	7
825	52383.783	52383.791	8	-46753.529	-46753.516	13	15	1251.400	1251.397	-3
826	52384.067	52384.070	3	-46754.331	-46754.329	2	4	1252.479	1252.484	5
827	52383.243	52383.249	6	-46754.120	-46754.117	3	7	1251.400	1251.409	9
828	52383.521	52383.535	14	-46754.923	-46754.929	-6	15	1252.479	1252.466	-13
829	52382.767	52382.765	-2	-46754.633	-46754.646	-13	13	1251.400	1251.405	5
829-2	52383.316	52383.319	3	-46755.144	-46755.147	-3	4	1252.479	1252.473	-6
830	52382.494	52382.503	9	-46754.926	-46754.931	-5	10	1250.900	1250.904	4
830-2	52383.040	52383.028	-12	-46755.439	-46755.449	-10	16	1251.979	1251.961	-18
831	52382.219	52382.213	-6	-46755.217	-46755.218	-1	6	1250.900	1250.903	3
832	52382.488	52382.487	-1	-46756.024	-46756.018	6	6	1251.979	1251.973	-6
833	52381.669	52381.654	-15	-46755.797	-46755.785	12	19	1250.900	1250.914	14
834	52381.933	52381.925	-8	-46756.606	-46756.603	3	9	1251.979	1251.986	7
835	52381.114	52381.120	6	-46756.374	-46756.369	5	8	1250.900	1250.902	2
836	52381.374	52381.384	10	-46757.185	-46757.193	-8	13	1251.979	1251.985	6
837	52380.557	52380.567	10	-46756.949	-46756.956	-7	12	1250.900	1250.908	8
838	52380.812	52380.813	1	-46757.760	-46757.752	8	8	1251.979	1251.978	-1
839	52379.997	52379.990	-7	-46757.520	-46757.517	3	8	1250.900	1250.907	7
840	52380.249	52380.236	-13	-46758.332	-46758.321	11	17	1251.979	1251.973	-6
841	52379.434	52379.432	-2	-46758.089	-46758.082	7	7	1250.900	1250.911	11
842	52379.682	52379.688	6	-46758.902	-46758.891	11	13	1251.979	1251.984	5
843	52378.869	52378.883	14	-46758.655	-46758.650	5	15	1250.900	1250.909	9
844	52379.114	52379.119	5	-46759.469	-46759.459	10	11	1251.979	1251.964	-15
845	52378.301	52378.292	-9	-46759.219	-46759.218	1	9	1250.900	1250.901	1
846	52378.543	52378.530	-13	-46760.034	-46760.034	0	13	1251.979	1251.966	-13
847	52377.731	52377.720	-11	-46759.780	-46759.777	3	11	1250.900	1250.896	-4
848	52377.970	52377.957	-13	-46760.596	-46760.600	-4	14	1251.979	1251.973	-6
849	52377.160	52377.158	-2	-46760.340	-46760.346	-6	6	1250.900	1250.908	8
850	52377.396	52377.390	-6	-46761.157	-46761.152	5	8	1251.979	1251.973	-6
851	52376.586	52376.593	7	-46760.898	-46760.885	13	15	1250.900	1250.901	1
852	52376.821	52376.830	9	-46761.716	-46761.714	2	9	1251.979	1251.969	-10
853	52376.011	52376.012	1	-46761.455	-46761.449	6	6	1250.900	1250.895	-5
854	52375.724	52375.706	-18	-46761.733	-46761.736	-3	18	1250.900	1250.893	-7
854-2	52376.244	52376.241	-3	-46762.273	-46762.282	-9	9	1251.979	1251.968	-11



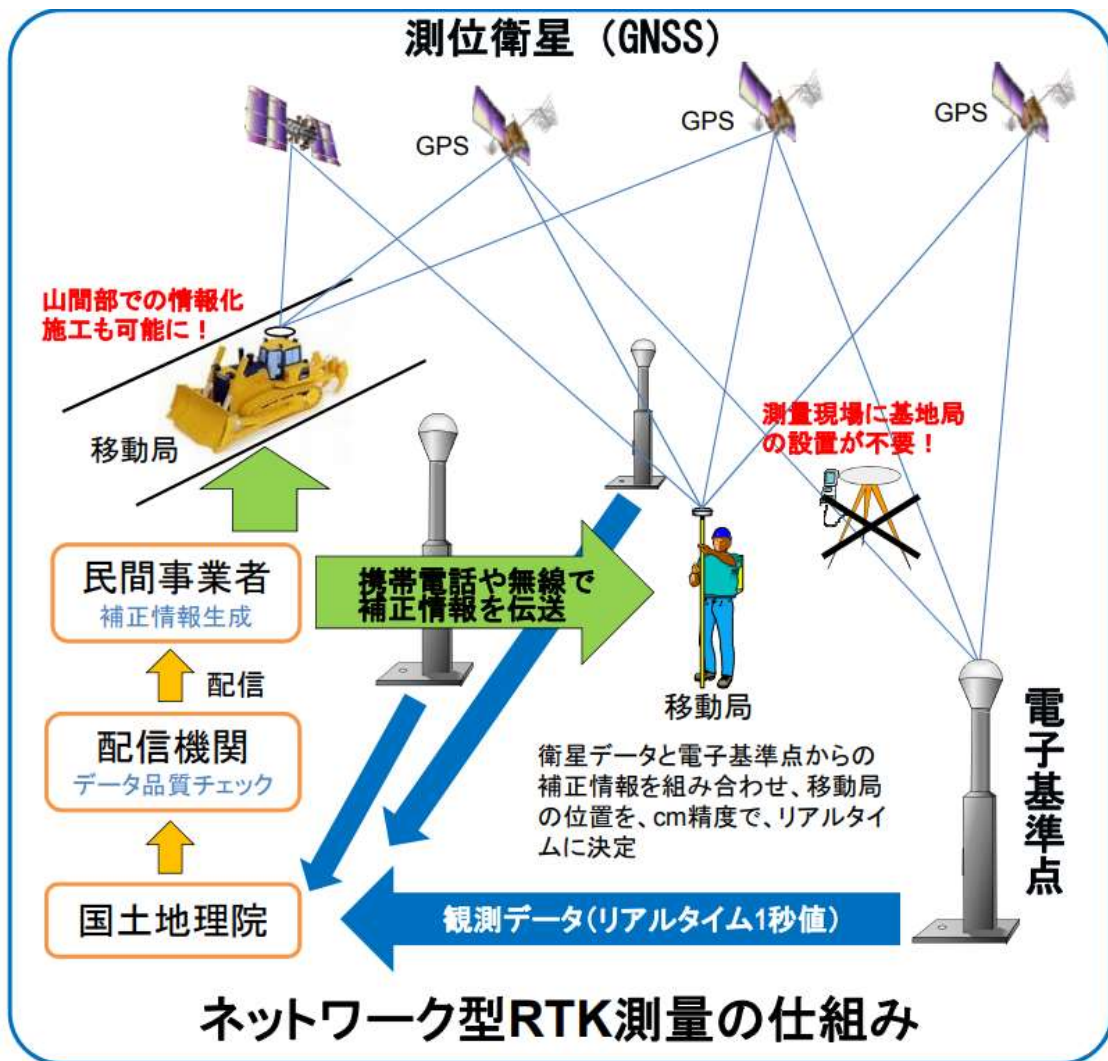
## LN-150 とジオウォーカー比較

商品名	LN-150	ジオウォーカー(GNSS)
		
操作方法 (ソフト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タブレット (快測ナビ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タブレット (快測ナビ)</li> </ul>
測定可能範囲	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定距離 130m</li> <li>・高度角 -30°</li> <li>・高度角 +55°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターネット回線がつながり、衛星情報が入る環境であればどこでも測定可能</li> </ul>
精度(誤差)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・100m 先での誤差約 4mm 精度の高い測定が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・30~50 mm</li> </ul>
機械設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・任意点設置</li> <li>・既知点設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械点設置不要</li> <li>ネットワーク型 RTK-GPS 測位 (VRS 方式)</li> </ul>
得られる座標値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械点設置にて扱った座標に沿った座標値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緯度経度の座標値(世界測地系)</li> <li>・ローカライズを行うことで現地の座標に沿った座標値で表すことも可能</li> </ul> <p>※ローカライズとは GNSS の計測座標値を現場の平面直角座標系に変換すること。</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マシンガイダンスとしてアップグレードすることが可能。</li> </ul>	

## ■ネットワーク型 RTK-GPS

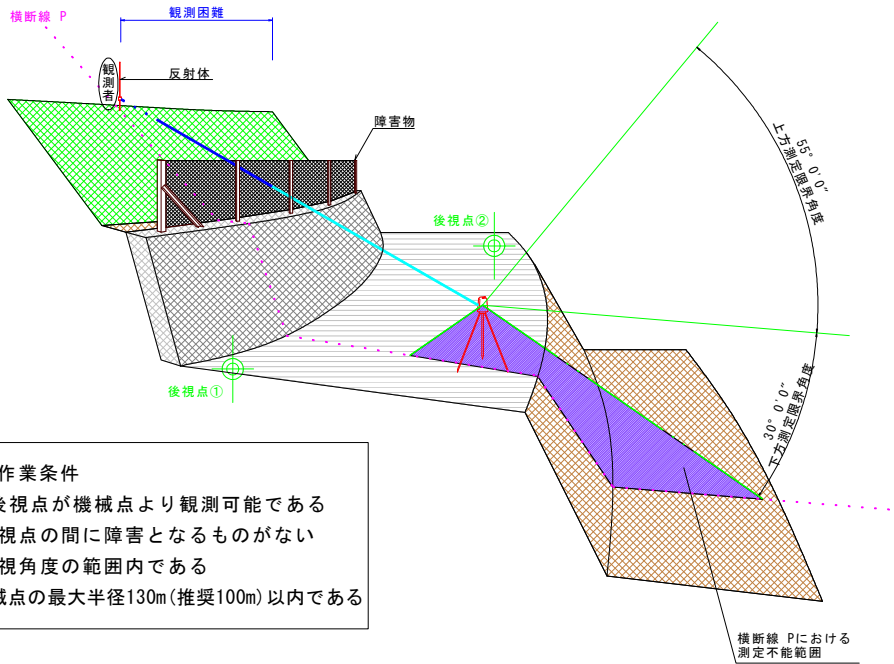
ネットワーク型 RTK 測量とは、利用者が現場で取得した衛星データと、周辺の電子基準点の観測データから作成された補正情報を組み合わせ、リアルタイムで cm 級の測量を効率的に行う方式です (RTK:リアルタイム・キネマティック)。利用者が現場に基地局を設置する必要はありません。

このため、例えば、建設機械に GNSS 受信機を取り付け、ネットワーク型 RTK-GNSS を利用した情報化施工が行われています。



## 観測条件対比図

### 杭ナビ

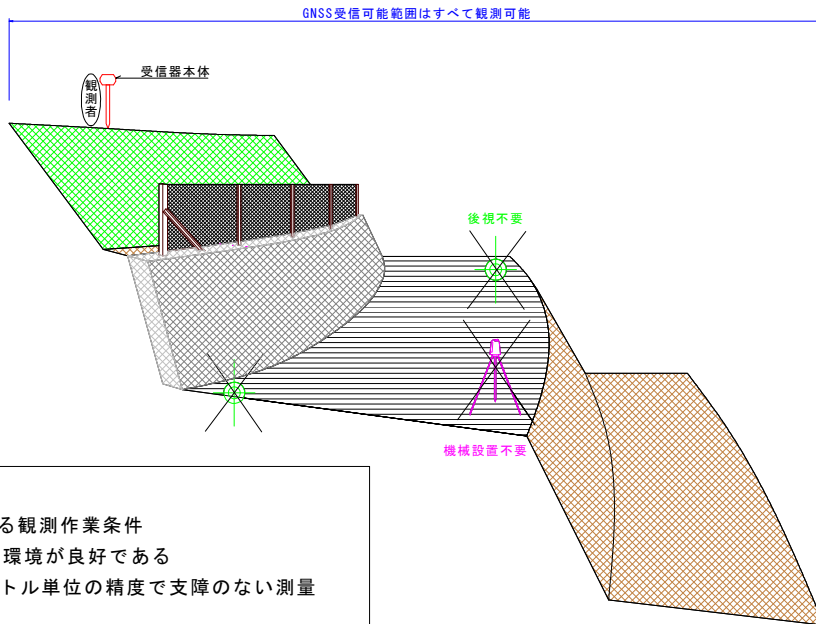


#### 杭ナビによる観測作業条件

- ① 2点以上の後視点が機械点より観測可能である
- ② 機械点と前視点の間に障害となるものがない
- ③ 前視点が可視角度の範囲内である
- ④ 前視点が機械点の最大半径130m(推奨100m)以内である

ポイント... GNSS受信測量と比べ作業条件が多いが、精度の高い測定が可能。構造物出来形観測や路線測量等に向いている。  
また、ICT土工におけるマシンガイダンスとしての使用が可能。

### RTK GNSS受信器



#### GEO WALKERによる観測作業条件

- ① GNSSの受信環境が良好である
- ② センチメートル単位の精度で支障のない測量

ポイント... 杭ナビと比較して精度は低いですが、作業条件が少ないため自由度が高く、作業速度も速い。土工の作業時観測や地盤線測量等に向いている。