

ダムの変位計測技術



**独立行政法人 土木研究所
水工研究グループ
水工構造物チーム**

ダムの種類



アーチダム
(温井ダム)



ロックフィルダム
(十勝ダム)



重力式コンクリートダム
(宮ヶ瀬ダム)



台形CSGダム
(徳首ダム・建設中)

ダムの計測

ダムは河川管理施設等構造令により、計測による安全管理が義務付けられている。

(計測装置)

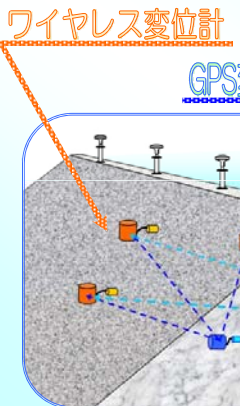
第13条 ダムには、次の表の中欄に掲げる区分に応じ、同表の下欄に掲げる事項を計測するための装置を設けるものとする。

項	区 分		計測事項
	ダムの種類	基地地盤から堤頂までの高さ(単位:トシ)	
1	重力式コンクリートダム	50未満	湧水量 揚圧力
		50以上	湧水量 変形 揚圧力
2	アーチ式コンクリートダム	30未満	湧水量 変形
		30以上	湧水量 変形 揚圧力
3	フィルダム	ダムの堤体がおおむね均一の材料に上多数のもの	湧水量 変形 浸潤線
		その他のもの	湧水量 変形

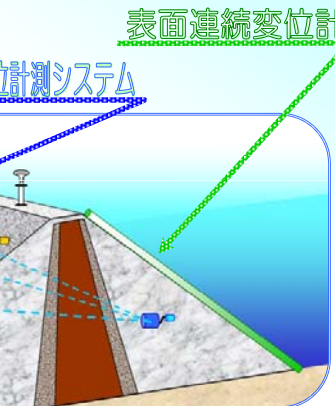
2. 基地地盤から堤頂までの高さが100メートル以上のダム又は特殊な設計によるダムには、前項に規定するもののほか、当該ダムの管理上特に必要と認められる事項を計測するための装置を設けるものとする。

新しいダムの変位計測

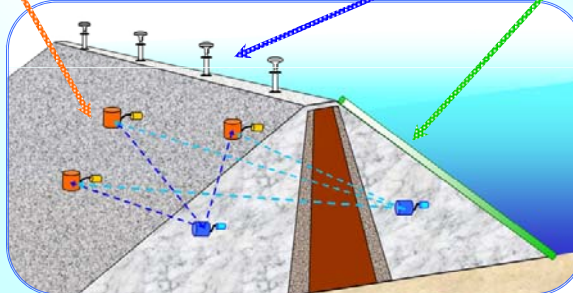
ワイヤレス変位計



表面連続変位計



GPS変位計測システム



表面連続変位計

ダムの水没部の変位を連続的に高精度計測

表面連続変位計は、フィルダム堤体法面に沿って敷設された測定管の中で傾斜計を移動させることにより、測定管の傾斜角を連続的に計測し、この傾斜角度の変化から法面の斜面直交方向の変位を算出する計器である。測定管末端（法尻部）から法面天端に向かって各点の区間変位を順次積算することで各法面距離に対応した累積変位を求められることができる。



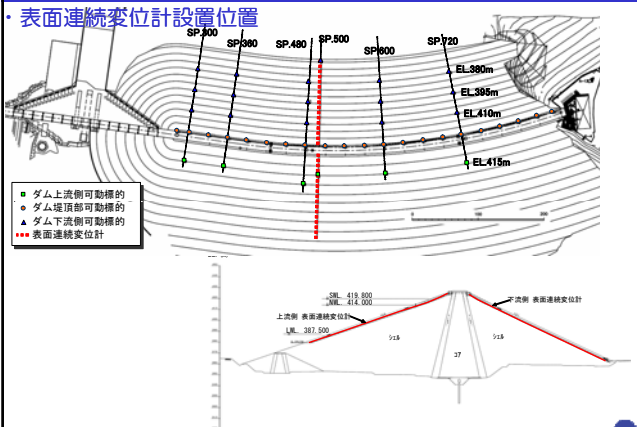
表面連続変位計の構造



計測管内

表面連続変位計 計測事例

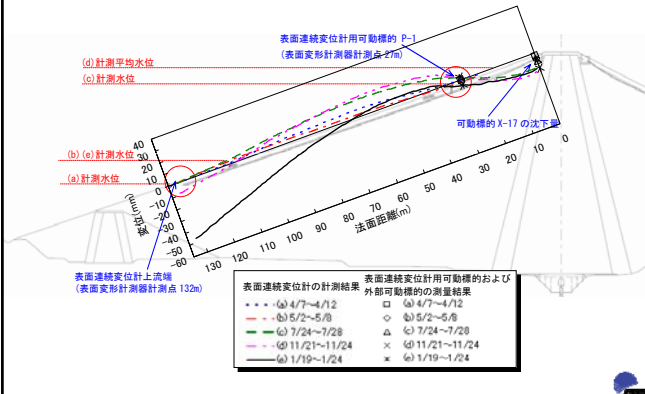
・表面連続変位計設置位置



- ダム上流側可動標的
- ダム堤頂部可動標的
- ダム下流側可動標的
- 表面連続変位計

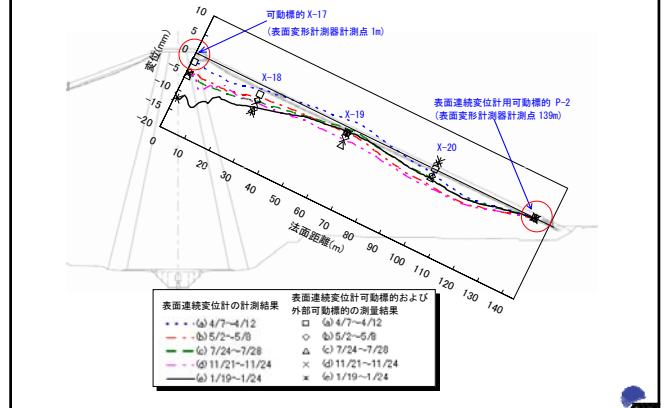
表面連続変位計 計測事例

・上流側計測結果



表面連続変位計 計測事例

・下流側計測結果

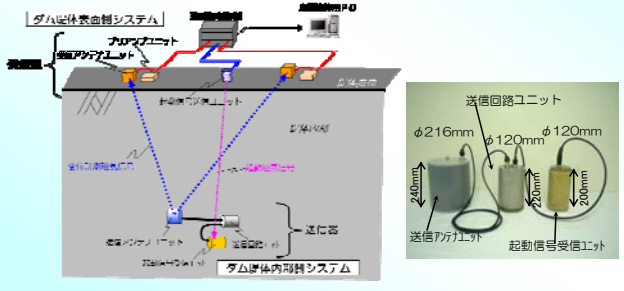


ワイヤレス変位計

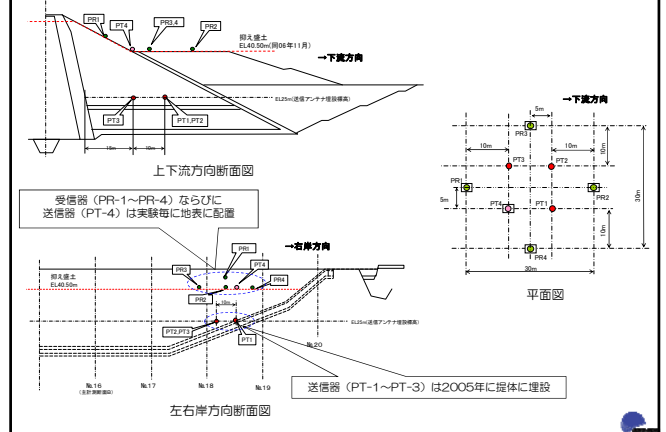
ダム堤体内部の大変位挙動を3次元的に計測

ワイヤレス変位計は、送信アンテナより発生させた低周波電磁波の強さを計測することにより、受信アンテナとの直線距離が計測できる。

複数の受信アンテナでフィルダム堤体内に埋設されている送信アンテナの位置を三次元的に特定することができるシステムである。



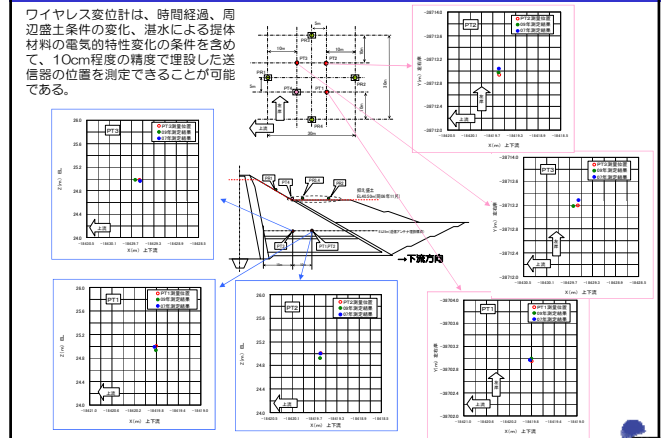
ワイヤレス変位計 計測事例



ワイヤレス変位計 計測事例



ワイヤレス変位計 計測事例



GPS変位計測システム

ダム外部変形をリアルタイムに高精度計測

GPS変位計測システムは、電源・通信装置、メモリーなどの装置を通信集約機に集約し、各計測地点にはGPSセンサーのみを設置することで、計測精度を低下させずに計器の小型・軽量化を達成している。また、GPSの計測結果にトレンドモデルによる誤差処理を施すことにより、平面方向に比べ計測精度の低い鉛直方向についても、誤差処理後の精度は2~3mmと、従来の測量と同等ないしはそれ以上の精度が確保できている。



GPS変位計測システム 計測事例

○平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震時の計測結果

石淵ダム



ダム諸元			
ダム名:	石淵ダム	型式:	コンクリート表面流水槽型ロックフィルダム
竣工年:	1953年	管理者:	国土交通省東北地方整備局
		ダム高:	53.00m

ダムの地震記録(暫定値)			
天端	X(ダム上下流方向): 607.1 gal	設置箇所:	ダム堤体天端
最大加速度:	Y(ダム軸方向): 220.2 gal	基礎	右岸段丘部 (岩盤ではない)
	Z(鉛直方向): 204.6 gal		
最大加速度:	X(ダム上下流方向): 183.8 gal	基礎	右岸段丘部 (岩盤ではない)
	Y(ダム軸方向): 136.9 gal		
	Z(鉛直方向): 78.0 gal		

GPS変位計測システム 計測事例

調査状況 石淵ダム

- 地震発生後、河床部の漏水量が約2000ℓ/minから約3000ℓ/minに増加。
- 漏水増加量のその多くが、計測水路部に大量に付着した藻によるせき上げによることが判明。
- 沈下は、ダム最大断面付近で約1cm程度と小さい。
- 天端高欄基礎の一部にクラックが発生。
- 上流側遮水壁の損傷も見あたらず、ダムの安全性に問題は無いものと判断。

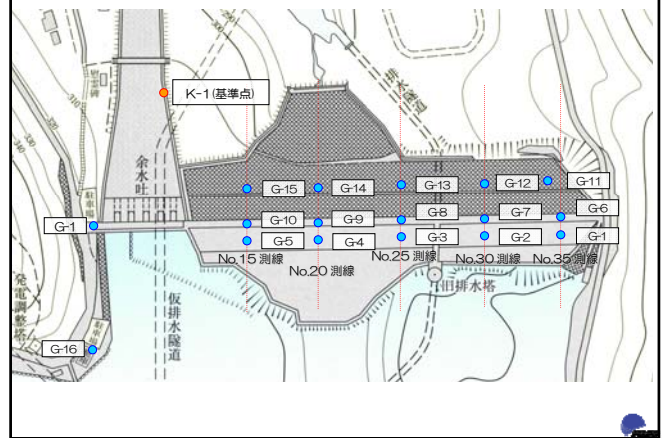


ダム上流面の状況(異常なし)



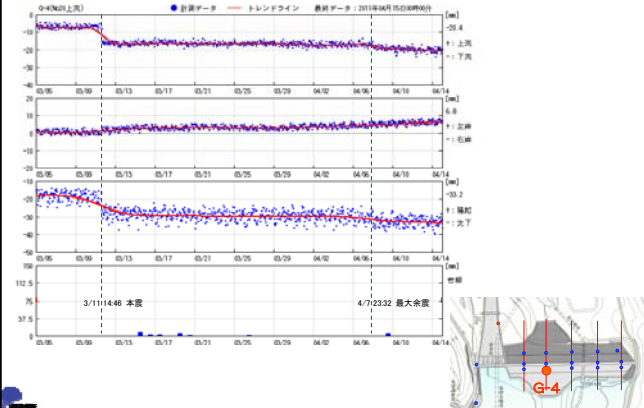
ダム下流面の状況(異常なし)

GPS変位計測システム 計測事例



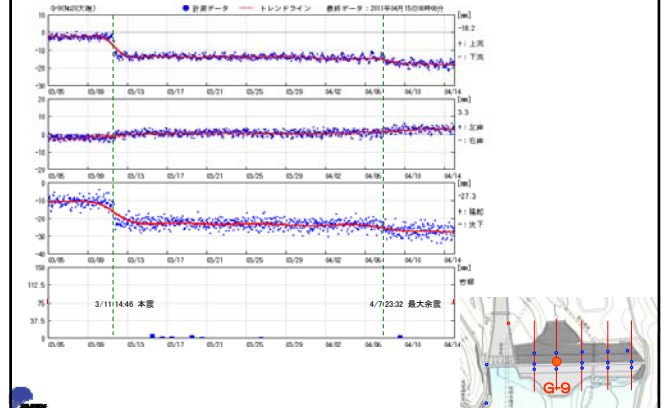
GPS変位計測システム 計測事例

・G-4地点計測結果



GPS変位計測システム 計測事例

・G-9地点計測結果



GPS変位計測システム 計測事例

