

## 加速度センサーを使用した 地盤傾斜計測システムの開発

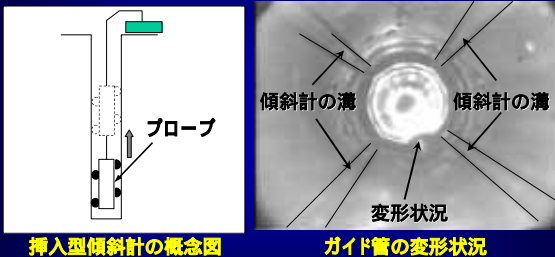
日本道路公団試験研究所 土工研究室 佐藤 亜樹男  
 松山 裕幸  
 日本道路公団関西支社和歌山工事事務所 緒方 健治  
 曙ブレーキ工業(株)新規事業室 根津 正広  
 国見 敬

## 説明内容

開発の背景(必要性)  
 開発技術の特徴・測定原理  
 施工例(開発機器の検証)  
 開発の効果・今後の展開

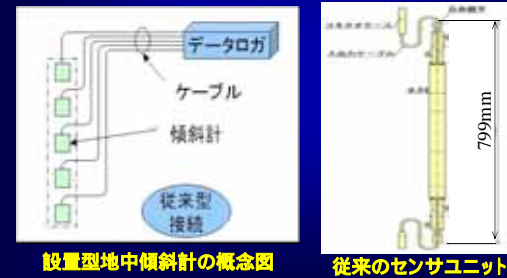
### 開発の背景(従来計器の課題1/2)

挿入型地中傾斜計: 手動, 40mm程度の変位で計測不可



### 開発の背景(従来計器の課題2/2)

設置型地中傾斜計: 設置間隔一般的に2m(最小1m)  
 計器のコスト高い



### 開発の背景

#### 建設

地すべり地・崩壊性地山の遭遇

重要構造物の近接施工の増加

#### 維持管理

効率的な面監視(自動計測、長期耐久性)

動態観測の増加(年間 50,000 個)

市場性が高い = 社会的貢献度の高い開発

### 開発の目標

- 1.安全計測(自動計測、遠隔データ収集)
- 2.高い経済性
- 3.長期耐久性(最低10年)
- 4.単一孔で傾斜と地下水位の計測

## 説明内容

開発の背景(必要性)

開発技術の特徴・測定原理

施工例(開発機器の検証)

開発の効果・今後の展開

## 開発技術の特徴(1/3)

傾斜システムとして優れた耐久性と経済性

加速度センサーの信頼性:自動車制御装置(10年保証)

\*生産数量140万個/年(大量生産=安価)

\*トヨタ,日産など

ケーブルの信頼性:熱可塑性エラストマー(耐磨耗性、強靭性、耐寒性、耐油性に優れた材料)

\*加熱老化試験:100 × 168時間で引っ張り強度85%以上  
(大気中で30年/25 に相当)

土木分野で初めて応用(共同特許)

## 開発技術の特徴(2/3)

小型化による計測精度の向上,地表面傾斜計にも使用



### センサー仕様

項目	内容
方式	静電容量式
角度計測の精度	0.001°
測定限界角	±20°
使用温度範囲	-20° ~ 60°

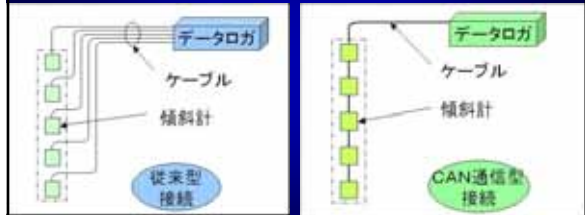


9×5×11ミリ 1グラム  
(従来ひずみゲージタイプ1.5kg)

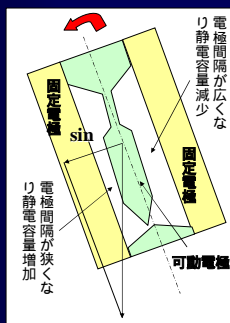
## 開発技術の特徴(3/3)

### 3) Controller Area Network (CAN)

1本のケーブルで傾斜計を最大100台で接続

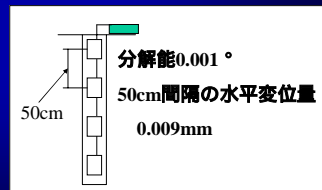


## 開発技術の測定原理



傾斜計の検知方法

引力による重力加速度を検出  
センサ出力電圧 $V = \sin$  より、  
 $\sin^{-1}V$



地中傾斜計の場合

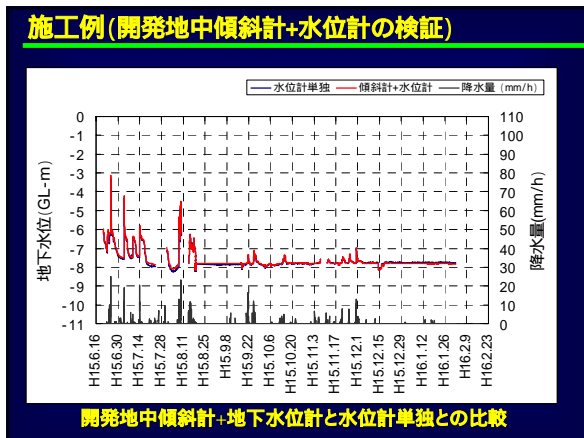
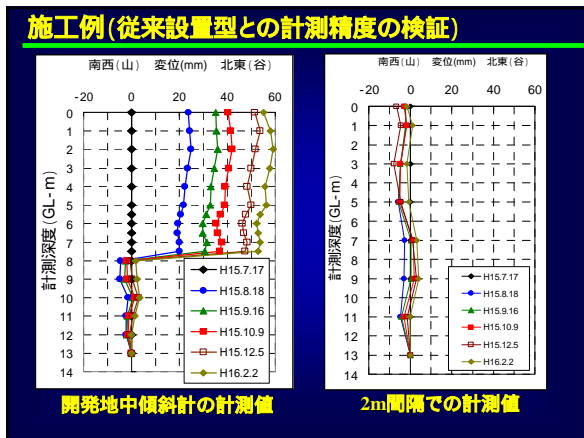
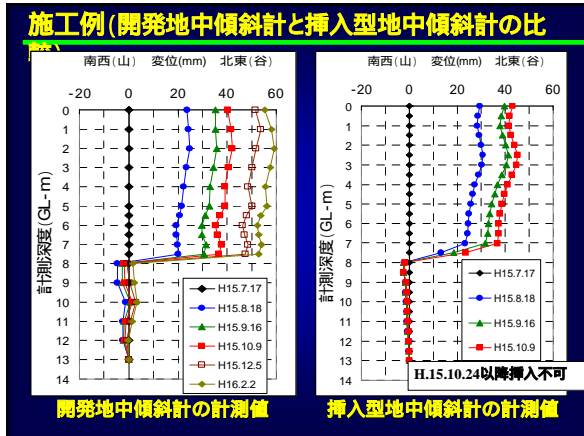
## 説明内容

開発技術の特徴

開発技術の測定原理

施工例(開発機器の検証)

開発効果・今後の展望



### 施工実績 (H14.2 ~ H16.1)

設置用途	実施現場数	実施数量
地中傾斜計	11現場	445m
地表面傾斜計	6現場	77個
構造物傾斜計	3現場	20個

### 開発の効果

高い経済性を実現 (従来の1/4程度の価格)

項目	計器		
	開発地中傾斜計	設置型地中傾斜計 (ネットワーク型)	挿入型地中傾斜計
計器コスト 20個/20m	170万円	780万円	20万円 (ガイド管のみ)
計測コスト 4回/月測定 年間ト - タルコスト	自動計測なので なし	自動計測なのでなし	18,000円/1回 × 48 回 87万円
計器コスト+計測コスト 年間ト - タルコスト	170万円 (1.0)	780万円 (4.5)	107万円 (0.6)
10年計測でのトータルコスト	170万円 (1.0)	- 製品保証なし	880万円 (5.2)

## 開発の効果

- 高い経済性を実現(従来の1/4程度の価格)
- 面的な動態観測が可能
- CAN通信なので拡張性が高い
- 他の計測機器を容易にシステム化が可能
- 土木・建築分野で幅広く適用できる

↓

**社会的貢献度が高い技術開発**

## 今後の展開

回収可能型傾斜計の開発

↓

**ニーズに応じた技術開発**