

平成13年度 水位計型土石流警報機

研究開発のための計画書

□ 計画概要

1：土石流警報機の実用試験機を製作し野外実験

平成11年度より3ヵ年計画で進めてきた実験の総まとめとして、警報条件を自己設定する土石流警報機の実用試験機を製作し野外実験をする。

2：試験提供の開始：

「土石流警報機」全体、構成部である「差圧型水位センサ」及び「地上測定部」を個別製品として試験提供をはじめます。試験提供は数多くの研究者が関与する多用な野外条件で試験運用することによって、装置の耐久性や設置についての情報を得ることを目的とします。

□ 平成13年度の納品物

1. 「簡易設置できる環境適応型の土石流警報機」3式を蒲原沢に設置し
2. 「野外運用試験 実施報告書」 一部
3. 警報アルゴリズム仕様書、土石流警報機の最終仕様書 それぞれ一部以上を、蒲原沢にて運用実験をおこない提出する。

□ 計画全体のスケジュール

◆ 平成11年度

絶対圧型水位センサの設計、試作。

水位変動検出による土石流警報装置試作の製作。

栃木県松木川で水位計測の実地予備実験を実施。

◆ 平成12年度

絶対圧水位センサによる水位計測記録装置を開発、長野県蒲原沢、松木川に各3つつ計6システムで野外実験を開始し、多数の実験データと蛇籠設置法などの設置ノウハウを収得。

低コスト化の為に絶対圧型に替えて差圧型水位センサを設計・試作。野外実験を行ったところ機器破損や測定失敗が相次ぐが、改良により実用域に達した。地上部ケースが豪雪に耐えられないことが判明。

◆ 平成13年度（既に実施済みまたは進行中の案件）

差圧型水位センサおよび豪雪対応の新型地上部ケースの原型機の試作。

警報発生アルゴリズムの最終仕様を確定。

土石流警報機の市販化原型機を設計、製作。野外実験と外部への提供を開始。

□ 土石流警報機 システム概要

1 . ハードウェア

- ◆ 水中センサ部
 - 水位センサ 川床に蛇籠を使用して設置
 - 蛇籠 水位センサ流出防止、安定な測定を行うための蛇籠
- ◆ 地上警報機部
 - 警報制御装置 水位変動を評価して警報発生を制御。GID-LOG
 - A/D変換装置 センサ出力をデジタル信号に変換。GID-ADC
 - 端子台 内部結線用スクリューレス端子台と外部結線用端子台を併用
 - バッテリ 地上部に内装

2 . ソフトウェア

- 水位測定モジュール 水位センサ出力のデジタルデータ化と切断の検出
- 警報条件評価用状態遷移表 水位変動を評価して警報閾値を自己設定する
- 警報発生モジュール 警報発生以後はタイマにて自己リセットする
- 電源制御 センサ等への電源供給を最低限に押さえる制御

3 . マニュアル類

- 警報機設置マニュアル 警報機を含む地上部の設置方法の解説書
- 水位センサ設置マニュアル 水位センサ設置法の解説書
- 保守・運用マニュアル 機器設置後の保守・運用方法を解説

□ 実験計画

1 . 姫川 蒲原沢

1. 土石流警報機の運用試験
2. 土石流警報機 3 台による野外運用試験を実施し記録装置により土石流警報機の動作状態および水位、温度、湿度、水温を記録
3. 地上部ケースや水位センサ単体の耐久性評価試験を昨年度に続き継続実施
4. 本年の冬越えで破損した記録装置の全交換（再設置）

2 . 松木川 オオナギ沢

1. 土石流警報機の運用試験
2. 土石流警報機 3 台による野外運用試験を実施し記録装置により土石流警報機の動作状態および水位、温度、湿度、水温を記録
3. 地上部ケースや水位センサ単体の耐久性評価試験を昨年度に続き継続実施

3 . 数理設計研究所 太田研究室 および 研究機関に依頼して

地上部ケースおよび水位センサについて、以下の試験を実施。

1. センサケーブル切断によって安定に警報を発生する実験と試験
2. 耐荷重性能評価試験 破壊試験
3. その他、必要と思われる機械と電気性能試験

□ 設計・試作の計画

1 . 土石流警報機

警報条件を自己設定する土石流警報機とデータ記録装置の運用実験機を試作し、研究者に向けて試験提供を開始します。

- ◆ 地上部ケース

積雪や風雨に耐え、簡素に設置可能で人力による運搬が簡便に可能なケース。警報制御装置、GID-ADC、バッテリー、温度センサ、湿度センサなどを内装可能。

- ◆ 差圧型水位センサ

実河川の運用に耐える強度と耐久性を持った水位センサ。

- ◆ センサケーブル

水位センサのケーブル。切断による警報試験、とりまわしや設置法などを確定する。

- ◆ 設置方法

土石流警報機及び差圧型水位センサの設置方法のマニュアルを作成する。

- ◆ 警報装置

土石流警報機の接点出力に接続するサイレン、パトライトなど既存の警報器で接続試験をする。さらに火災報知器の接続も考慮して調査して警報機の接続例として文書提供する。

野外実験では警報機の接点出力状態を記録装置により記録監視する。

- ◆ ソフトウェア

水位センサのケーブル切断警報を組み込む。

状態遷移により警報条件を自己設定する機能を実装する。

警報機本体の再設置など、条件設定法など警報条件の管理や設定手法を確定する。

2 . 差圧型水位センサ及び地上部ケースの試験提供

土石流警報機の一部である水位センサ及び地上部ケースは、それぞれ単体での利用価値もあり需要も見込めることから、堅牢な汎用水位センサ及び野外実験用ケースとして商品開発をおこない試験提供を開始する。この試験提供は主に研究者向けに実施し、多様な情報を収集するのに役立つと思われる。5月末の砂防学会でこのアナウンスを実施し、現在は岐阜と新潟の研究者に提供予定。

実際に警報機として提供を開始するためには、十分すぎるほどの耐久試験を必要とするので多くの研究者や協力者に原価提供することで経験不足と耐久性の試験を兼ねる。

□ 作業計画

- ◆ 平成13年7月
地上部ケース、水位センサケース、試作
警報アルゴリズム第一次試作
土石流警報機の第一次試作を製作、警報監視装置と共に足尾・蒲原沢へ順次設置
- ◆ 8月
工業試験場等で地上部ケース、差圧型水位センサの性能評価試験
地上部ケース、差圧型水位センサ市販原型機の最終仕様決定、外部提供の準備。足尾・蒲原沢で耐久性評価試験を開始
足尾・蒲原沢データ回収、メンテナンス
- ◆ 9月
警報アルゴリズムと土石流警報機の第二次試作、野外試験機を順次更新
警報機・水位センサの設置手法確定
センサケーブル切断試験
- ◆ 10月
警報機・水位センサ設置マニュアルの作成、外部への試験提供を開始
警報アルゴリズムと土石流警報機の第三次試作、野外試験機を順次更新
警報条件設定アルゴリズムの保守・管理手法を確定
- ◆ 11月
蒲原沢、積雪対策等の越冬準備、データ回収。
足尾データ回収、メンテナンス
警報アルゴリズムと土石流警報機の最終仕様決定、原型機の製作、外部提供の準備
土石流警報機の保守メンテナンスマニュアル作成
- ◆ 12月
土石流警報機の外部への試験提供を開始
足尾データ回収、メンテナンス
- ◆ 平成14年1月
足尾データ回収、メンテナンス
差圧型水位計、地上部ケースの一般向け販売開始準備
- ◆ 2月
足尾データ回収、メンテナンス
設置マニュアル、保守メンテナンスマニュアルの保守
- ◆ 3月
足尾データ回収、メンテナンス
設置マニュアル、保守メンテナンスマニュアルの保守

□ 物品リスト

品名	単位	数量	目的	
水位警報装置 差圧型水位センサ 警報記録装置	一式	10	蒲原沢 土石流警報機野外試験	6
			足尾 土石流警報機野外実験	3
			室内実験及び予備	1
			計	10
水位センサケース	個	50	蒲原沢 土石流警報機野外試験	3
			足尾 土石流警報機野外実験	3
			蒲原沢及び足尾 耐久性評価試験	20
			破壊試験	10
			室内実験及び交換用予備	14
			計	50
地上部ケース	個	30	蒲原沢 土石流警報機野外実験	3
			蒲原沢 警報監視装置	3
			足尾 土石流警報機野外実験	3
			足尾 警報監視装置	3
			蒲原沢及び足尾 耐久性評価試験	5
			破壊試験	5
			室内実験及び交換用予備	8
			計	30

□ 予算計画

費目	単位	数量	単価	小計	処理済	備考
差圧型水位センサ	個	10	50,000	500,000	100%	入荷済み
差圧型水位センサ ケース	個	50	3,000	150,000	10%	試作中
警報記録装置	個	10	100,000	1,000,000	10%	試作中
データ回収・メンテナンス 人件費	回	24	40,000	960,000	2回	2人×24回
データ回収・メンテナンス 車両、消耗品	回	20	10,000	200,000	2回	雑材、旅費、食費、 山道具類
山口学会（情報収集）	式	1	630,000	630,000		1日3万円×3人×7日
警報アルゴリズム研究	人日	30	30,000	900,000	10人日	状態遷移表の設計
警報機ソフトウェア試作	人日	30	30,000	900,000	2人日	状態遷移表による
警報機ハードウェア試作	人日	30	30,000	900,000	10人日	ケース試作を含む
警報機の室内実験	人日	20	30,000	600,000	4人日	太田研究室
野外実験データ処理	人日	40	30,000	1,200,000	40人日	
			合計	7,940,000		

□ GID-ADC ハードウェア仕様概要 数理設計研究所製

分解能	1 mVステップ 12 Bit分解能 ,
測定範囲	0 ~ +4096mV または -2048 ~ +2047mV
速度	486DX以上のパソコンでは8000測定/秒、2CH測定ならおのこの4000回になる
入力	8Ch, 18PF+10k が直列、8000cnv/secのばあいには6 M ほどに見える
出力	1Ch, RS232Cレベルおよび0-5Vフルスイングのデジタル出力端子
保護	入力端子がそのまま出ているので、外部保護回路が別途必要になることもある
接続	D-sub 25pin コネクタ オス=パソコン側 メス=アナログ入力側
電源	消費電流 Typ. 1 mA, RS232Cからの電源供給で動作. 外部からの供給も可能

インターフェース：

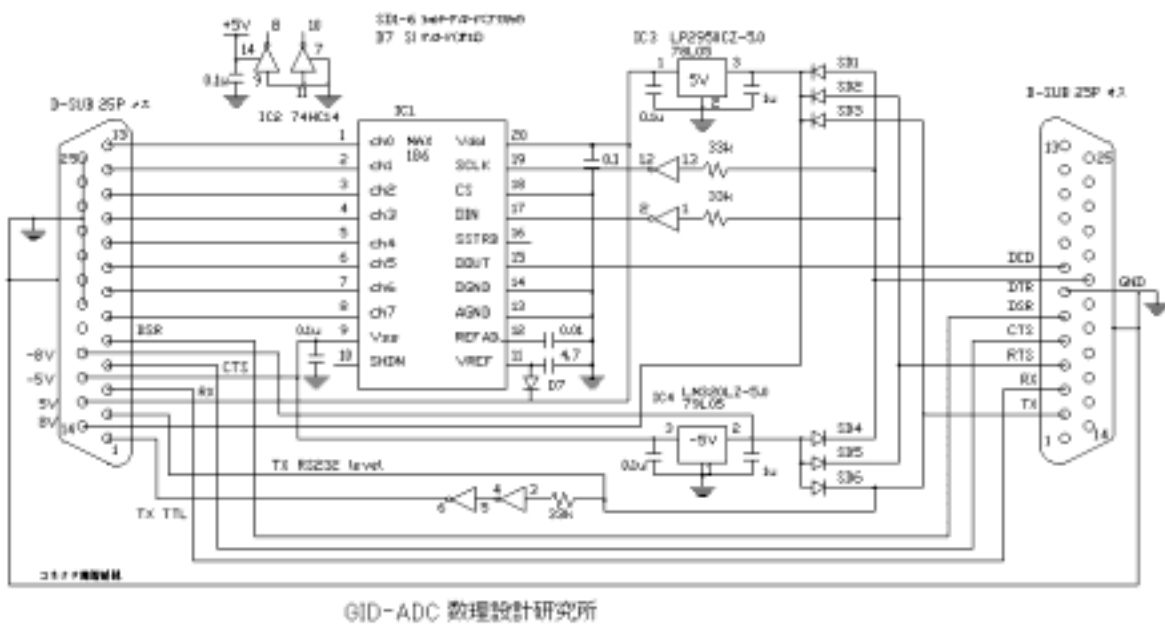
パソコンCOMポートの入力スレッシュホールドが+1V ~ +3Vの範囲にあること

パソコンのCOMポートからの電源だけで使う場合には出力電圧が±7Vを超えている事
(GID-ADCに専用の電源を与えるときは0~3VのTTL出力でよい)

ストレートケーブル

パソコンとの接続を想定したインターフェース設計になっていますが、基本的には3線シリアル + T × 信号が制御できればどのようなシステム (ボードPC、PICなど) から利用可能です。

□ GID-ADC回路図



□ GID-LOG ハードウェア仕様概要 数理設計研究所製

GID-LOGは、GID-ADC、電源、センサなどを目的に合わせて自由に接続して使用可能な汎用自動計測制御装置です。

GID-ADCとの組み合わせにより、12ビット8チャンネルのアナログ入力と3入力4出力のシーケンス制御可能なデジタルI/Oによる多彩な自動計測制御を行うことができます。

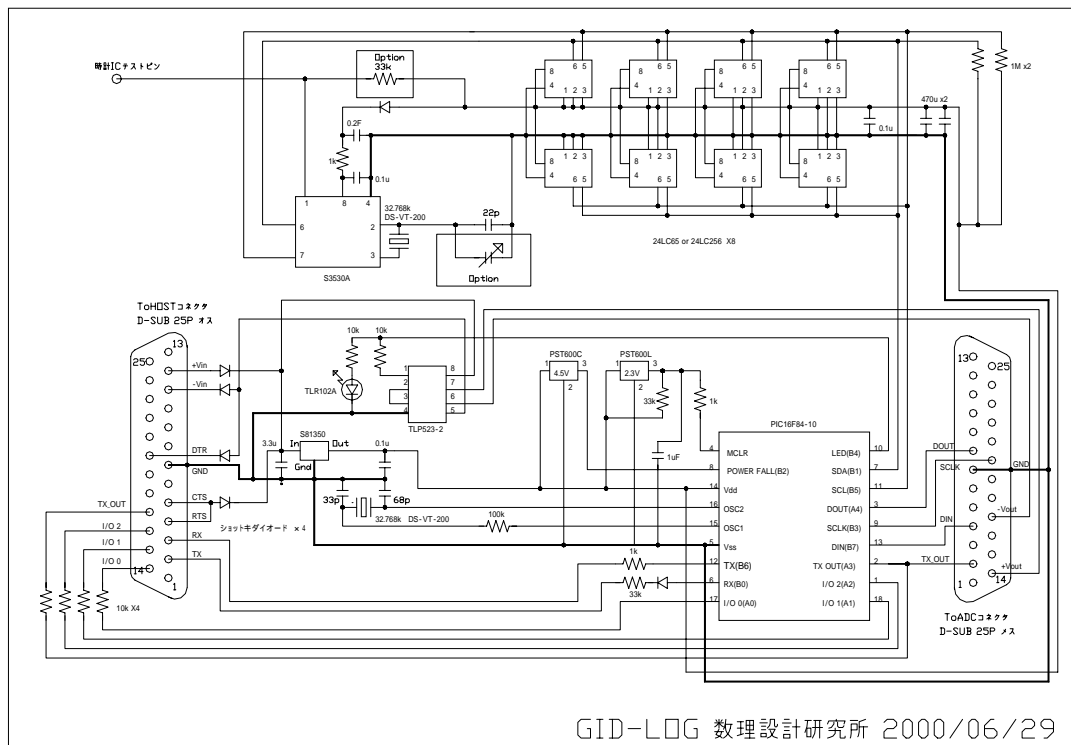
最大13万件の計測データは不揮発性メモリに保存、バッテリー切れ後でも計測データは保持されます。

自動計測制御の各種動作設定とデータの回収はパソコンから行います。

□ 特徴

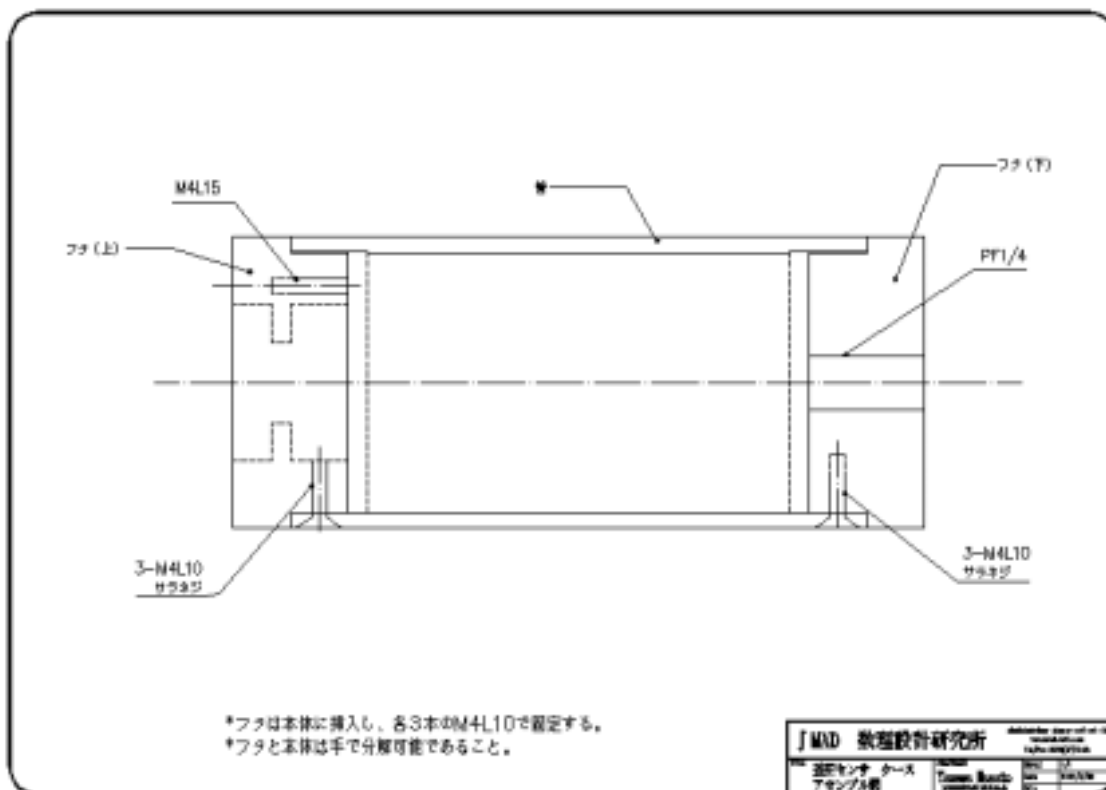
1. 低消費電力、単2電池6本で2年間動作
2. GID-ADCと共通の小型ケース
3. 最大データ件数13万データ
4. ADコンバータにGID-ADCを使用、12ビット8チャンネルアナログ入力
5. アナログ入力電圧範囲0 ~ 4095mVまたは-2048 ~ +2047mV、分解能1mV
6. リアルタイム時計ICを装備、内臓バッテリーにより無電源で1週間動作

□ GID-LOG回路図



□ 差圧型水位センサケース 仕様 数理設計研究所製

材質 SS400 (ガス管) メッキ無し
 寸法 直径76mm、長さ180mm、(肉厚4mm)
 蓋 両端に30mm厚の蓋を皿ネジで留める
 設計荷重 約10t
 重量 約2kg



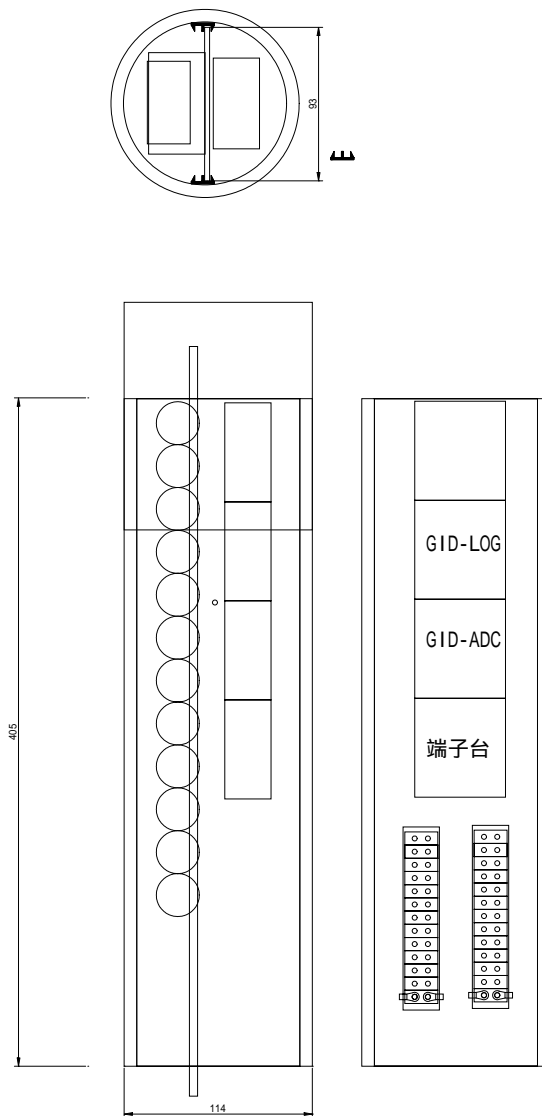
□ 組み付け図

□ 地上部ケース 仕様 数理設計研究所製

使用目的： 野外観測用（豪雪対応型）機器ケース

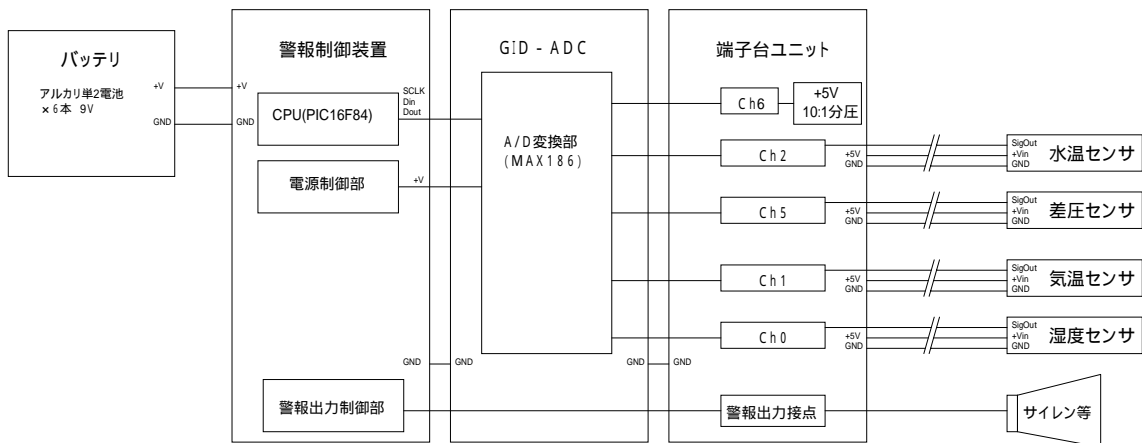
材質	VP100 塩ビパイプ
寸法	直径115mm、長さ400～500mm
蓋	上端にVP100キャップを押し込む
取付	鉄製金具にステンレスバンドなどで締め込む
重量	約3kg
容量	単二電池12本、GID-LOG、GID-ADC、端子台ユニット、端子台を内装可能

□ 組み付け図



□ 土石流警報機ユニットブロックダイアグラム図

- 警報制御装置部
GID-LOGのプログラムを変更して実現されている。
したがってハードウェアはGID-LOGの仕様を参照。
- アナログデジタルコンバータ GID-ADC
このA/D変換は大量に出荷されて実績があり、性能が安定しているユニットを使用。
市販製品でユニット化されているので故障にも即時対応できる。
- 端子台
サイレンなど警報のための接点出力やセンサは端子台で外部と接続。
- バッテリー・モジュール
アルカリ単二電池6本(9V)。接触不良を絶無にするため、電池の端子に直接電線をハンダ付けして組み上げ絶縁テーピングしたもの。
- 警報出力等
現場試験ではデータログで記録するのみ。
- ケース
データ記録と同じケースを使用します。

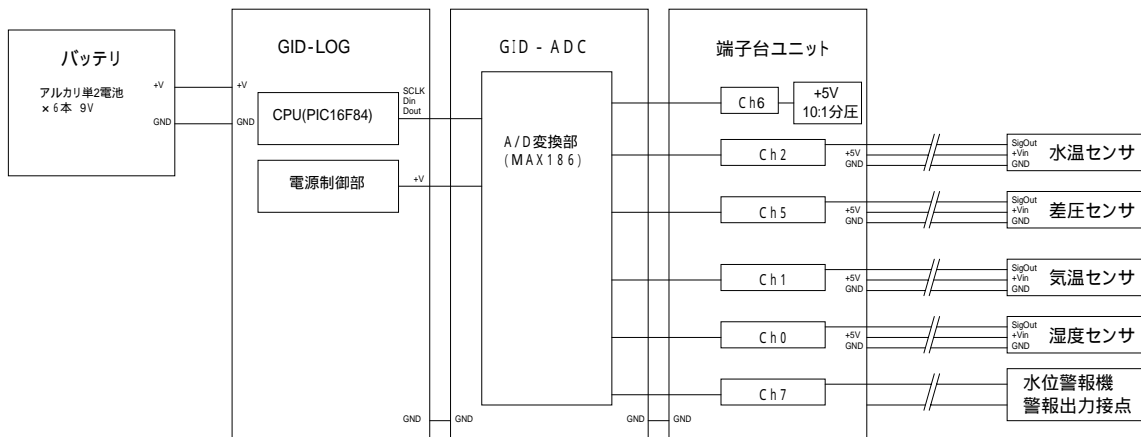


水位警報装置 ブロック図

□ 警報記録装置ユニットブロックダイアグラム図

ハードウェアは、水位警報装置と同じ。

- GID-LOG
GID-LOGの仕様を参照。
- アナログデジタルコンバータ GID-ADC
A/D変換は大量に出荷されて実績があり、性能が安定しているGID-ADCユニットを使用している。市販製品でユニット化されているので故障にも即時対応できます。
- 端子台
サイレンなどの警報装置と各センサは端子台を介して接続します。
- バッテリ・モジュール
アルカリ単二電池 6本 (9V) を接触不良事故を回避するために電池端子へ電線をはんだ付けして直列に組み上げテーピングしたものです。
- 警報出力等
実地試験ではブザーを接続しています。
- ケース
地上部ケースを使用します。

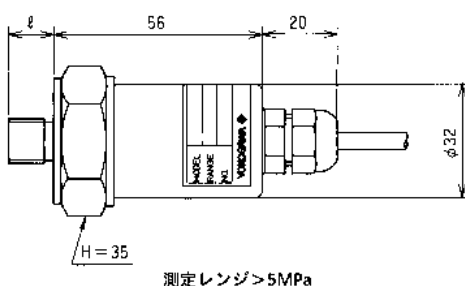
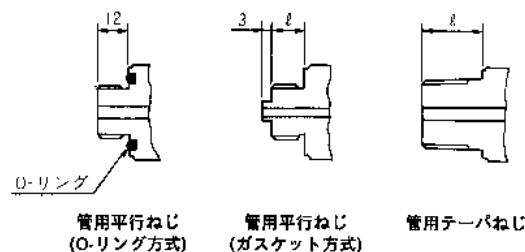
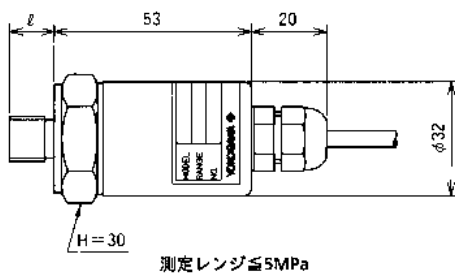


警報記録装置 ブロック図

□ 横河M&C FP101 製品仕様 (特注品)

型 名	FP101-L11-LZ0A*B/Z
測定範囲	0-100 kPa
出 力	0~5V DC 4線式 出力抵抗 2 負荷抵抗10k 以上
精 度	スパンの $\pm 0.25\%$ (直線性, ヒステリシス, 再現性を含む)
被測定体	気体および液体
動作温度範囲	-40~80
真空使用圧力	2.7kPa abs (20mmHg abs) 以上
電 源	DC 5V 約3mA
取付ねじ	G1/4おねじ
材 質	ダイアフラム: ハステロイ-C, ニップルコネクタ: SUS316,
封入液:	シリコン油
ケース:	アルミニウム合金, Oリング: フッ素ゴム
重 量	約230g
出力抵抗	最大2
絶縁抵抗	20M 以上 / 500V DC
耐電圧	500V AC / 1分間
耐震性	10G 2時間, (耐衝撃性100G 3回)
温度特性	0.05 %/ (100kPaレンジ),
特性例(23)	0kPa (1V) -0.03%, 50kPa (3V) +0.03%, 100kPa(5V) +0.03%
温度補償範囲	-25~75
時定数	3m sec 以下
構 造	JIS C0920 耐水形, IEC 529 IP65 NEMA4相当

外形図



φ寸法		
管用平行ねじ (ガスケット方式)	G 1/4 (PF 1/4)	16
	G 3/8 (PF 3/8)	18
管用テーパねじ	R 1/4 (PT 1/4)	14
	R 3/8 (PT 3/8)	14
	R 1/2 (PT 1/2)	19

提案書作成までの経過

2001年3月

{ 本格警報機の仕様決定と砂防学会発表のためのデータ整理、原稿作成

2001年4月

{ 土石流警報を越えて予知警報の手がかりを得られそうなので、波の研究を組み入れる。

{ 4月12、16日 足尾データ改修、6時間連続の波データを収集

{ 4月25日 蒲原沢、浦川にて波データを収集。冬越しした蒲原沢へは入れなかった。

{ 警報のための状態遷移表の試作

2001年5月

{ 連休中 警報機の設置調査を兼ねて浅間泥流地帯の地形調査

{ 5月12日 赤城山頂にある気象ロボットの改修

{ 5月13日 山口市で開催の砂防学会でポスターセッション、情報収集

{ 5月21日 本年用の水位センサ10個が入荷（納期1ヶ月だった）

{ 5月22日 蒲原沢 監視所下の測定地に始めて入る、装置は雪で全壊
記録装置、警報機の地上部を豪雪対応に再設計する。

2001年6月

{ センサーケースなどの設計と試作を発注

{ 豪雪に耐えられる地上部の設計と試作を始め、完了

ここまでやって、やっと本年の計画が定まった。

{ 6月27日 森林総合研究所から山地防災室の一行が来客。本年計画の相談をして承認してもらった。話題（地上部ケースの耐久性、水位のみの警報機として早期完成することなど）

2001年7月

{ 7月2日 森林総合研究所から計画の内諾を得たので森さんの方へ提出