

技術紹介

5

油田掘削市場向け堅牢型加速度計の開発

Development of robust accelerometer for oil drilling market

本木 裕之

Hiroyuki Motoki

航機事業部 第二技術部 マネージャー

若本 達哉

Tatsuya Wakamoto

航機事業部 第二技術部

キーワード: 油田掘削、加速度センサ、堅牢化

Keywords : Oil and Gas Drilling, Accelerometer, Robustness

要 旨

当社では様々な市場向けに加速度計を開発、販売してきました。

主な販売先である油田掘削市場では、その過酷な使用環境もあり、より堅牢(耐衝撃性能の向上)な加速度計が求められています。今回、この市場要求を満足する製品として、堅牢化加速度計である JA-5H185 加速度計、JA-25H185 加速度計を開発し、製品化しました。

本稿では、堅牢化加速度計 JA-5H185 及び JA-25H185 の開発概要についてご紹介いたします。

SUMMARY

JAE has developed and provided accelerometers for various market applications.

In the oil field drilling market, which is the main market, there are harsh operating environments, therefore the accelerometer that is more robustness (improved shock resistance performance) is required. As a product that satisfies this market demand, JA-5H185 accelerometer, JA-25H185 accelerometer, which is a robust accelerometer, was developed and commercialized.

In this paper, we introduce development overview of robust accelerometers JA-5H185 and JA-25H185.

1. はじめに

近年、貴重な天然資源である原油や天然ガスを得るためには、油井の深深度化/長尺化が進んでおり、その距離は深度 5,000 m/掘削距離 10,000 m にまで達し、掘削の難易度が上がってきております。このような難しい掘削を成功させるために、過酷な振動や衝撃に耐え、掘削の軌道が計画通りの軌跡をたどっているかを知るために、掘削ツールにはドリルの傾斜角と方位を計測するために当社のセンサが搭載されております。

掘削作業において、加速度計の故障や性能劣化は正しい軌道が掘削できなくなるだけでなく、掘削作業の長期化や掘削費用の増加となるため、掘削サービス会社では最も避けたい事象であり、加速度計にもより耐久性（堅牢化）が求められております。

今回、耐衝撃性能及び耐振動性能を向上させた堅牢化加速度計の概要と特長について紹介いたします。

(JA-5H185)



(JA-25H185)



3 方向に搭載されている加速度計で、**重力加速度**を測定することにより、**ツールの傾き**を検出する。

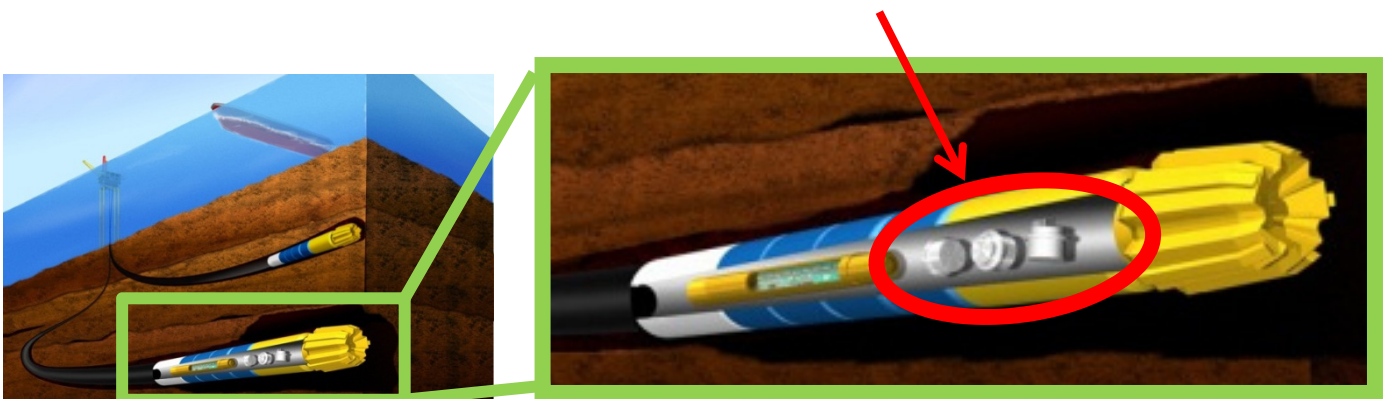


図 1. 掘削ツール概要

2. 製品仕様

今回開発した 堅牢化加速度計 JA-5H185 の基本仕様を表 1 に、JA-25H185 の基本仕様を表 2 に示します。

表 1. JA-5H185 加速度計 仕様

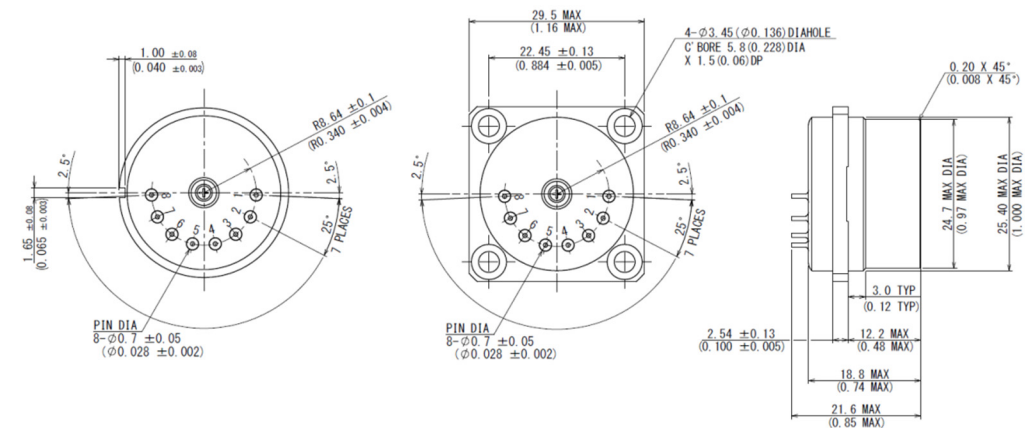
項目		JA-5H185 (新規開発品)	JA-5H175 (既存製品)
基本性能			
感度	ノミナル値 (25 °C)	3.0 mA/G ±5%	3.0 mA/G ±5%
	温度係数 (25 °C)	±180 ppm/°C	±180 ppm/°C
	補正残差 (3 次補正)	450 ppm	(600 ppm)
零点不平衡	ノミナル値 (25 °C)	±15 mG	±15 mG
	温度係数 (25 °C)	±150 µG/°C	±150 µG/°C
	補正残差 (3 次補正)	450 µG	(600 µG)
環境			
温度範囲	性能保証	-40 °C to +185 °C	-40 °C to +175 °C
	機能限界	-40 °C to +200 °C (100 時間以内)	-40 °C to +175 °C
耐衝撃	性能保証	1,500 G	1,000 G
	機能限界	2,000 G	1,500 G
耐振動	サイン	30 G _{0-p}	30 G _{0-p}
	ランダム	32 G_{rms}	20 G _{rms}
外径寸法		Φ25.4 x 18.8	Φ25.4 x 18.8
質量		50 グラム 以下	50 グラム 以下
外観			
 <p>The technical drawings show the following dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top View: Overall diameter 29.5 MAX (1.16 MAX). Pin diameter 8-Ø0.7 ±0.05 (Ø0.028 ±0.002). Pin pitch 1.00 ±0.08 (0.040 ±0.003). Pin diameter 0.165 ±0.08 (0.065 ±0.003). Pin diameter 0.20 X 45° (0.008 X 45°). Front View: Overall diameter 29.5 MAX (1.16 MAX). Pin diameter 8-Ø0.7 ±0.05 (Ø0.028 ±0.002). Pin pitch 1.00 ±0.08 (0.040 ±0.003). Pin diameter 0.165 ±0.08 (0.065 ±0.003). Pin diameter 0.20 X 45° (0.008 X 45°). Side View: Overall height 21.6 MAX (0.85 MAX). Pin diameter 8-Ø0.7 ±0.05 (Ø0.028 ±0.002). Pin pitch 1.00 ±0.08 (0.040 ±0.003). Pin diameter 0.165 ±0.08 (0.065 ±0.003). Pin diameter 0.20 X 45° (0.008 X 45°). 			

表 2. JA-25H185 加速度計 仕様

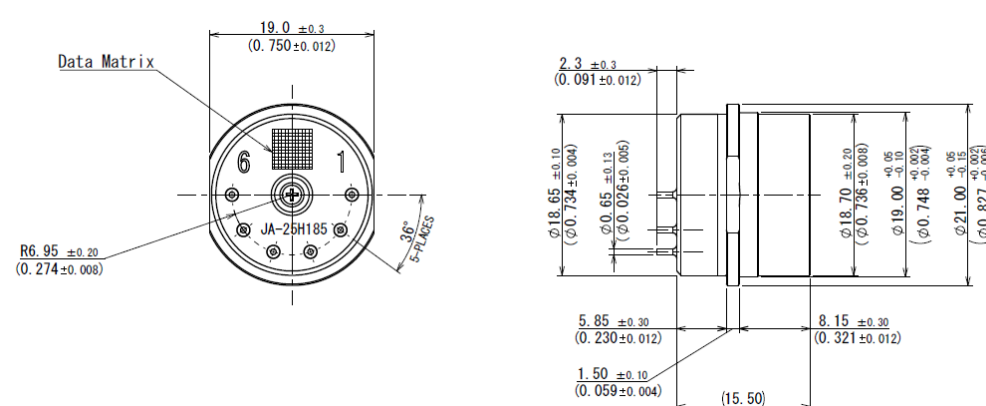
項目		JA-25H185 (新規開発品)	JA-25GA (既存製品)
基本性能			
感度	ノミナル値 (25 °C)	1.3 mA/G $\pm 5\%$	1.3 mA/G $\pm 5\%$
	温度係数 (25 °C)	± 180 ppm/°C	± 180 ppm/°C
	補正残差 (3 次補正)	450 ppm	(600 ppm)
零点不平衡	ノミナル値 (25 °C)	± 15 mG	± 15 mG
	温度係数 (25 °C)	± 150 μ G/°C	± 150 μ G/°C
	補正残差 (3 次補正)	450 μG	(600 μ G)
環境			
温度範囲	性能保証	-40 °C to +185 °C	-40 °C to +175 °C
	機能限界	-40 °C to +200 °C (100 時間以内)	-40 °C to +175 °C
耐衝撃	性能保証	1,500 G	1,000 G
	機能限界	2,000 G	1,500 G
耐振動	サイン	30 G _{0-p}	30 G _{0-p}
	ランダム	32 G_{rms}	20 G _{rms}
外径寸法		Φ19.0 x 15.5	Φ19.0 x 15.5
質量		20 グラム 以下	20 グラム 以下
外観			
			

表 1、表 2 に示したように、本製品は外形形状を維持したまま、耐衝撃性能 2,000 G（既存製品比較 25%向上）及び耐振動性能 32 Grms（既存製品比較 60%向上）という高い環境性能を達成しました。

3. 製品構成

図2に示す通り、サーボ型加速度計は加速度を感知する質量部、その質量の動きを検出可能な形に変換する検出部、及び質量部を常に同じ位置に制御するためのトルカ部を備えています。

質量部の変位を検出部により電氣的信号に変換した後、その信号を用いてトルカ部により復元力が発生し、質量部を常に同じ位置にいるように制御しています。

復元力を発生させるために用いた信号は加速度に対応しているので、これを読み取ることで加速度が検出できます。

一般にこのような物体の位置制御のための機構をサーボ機構と呼び、サーボ機構を含む加速度計をサーボ型加速度計と呼びます。

JA-5*,JA-25*シリーズ加速度計は、フレクチャヒンジ型と呼ばれる、材料そのもののバネ性を利用して振子を支持するヒンジ部を持っています。エラー（零点不平衡）を最小限に抑えるため、このヒンジ部は非常に薄く加工されているため、ヒンジ部は衝撃により最も壊れやすい部位になります。今回、このヒンジ部の剛性向上により加速度計の堅牢化を達成しました。

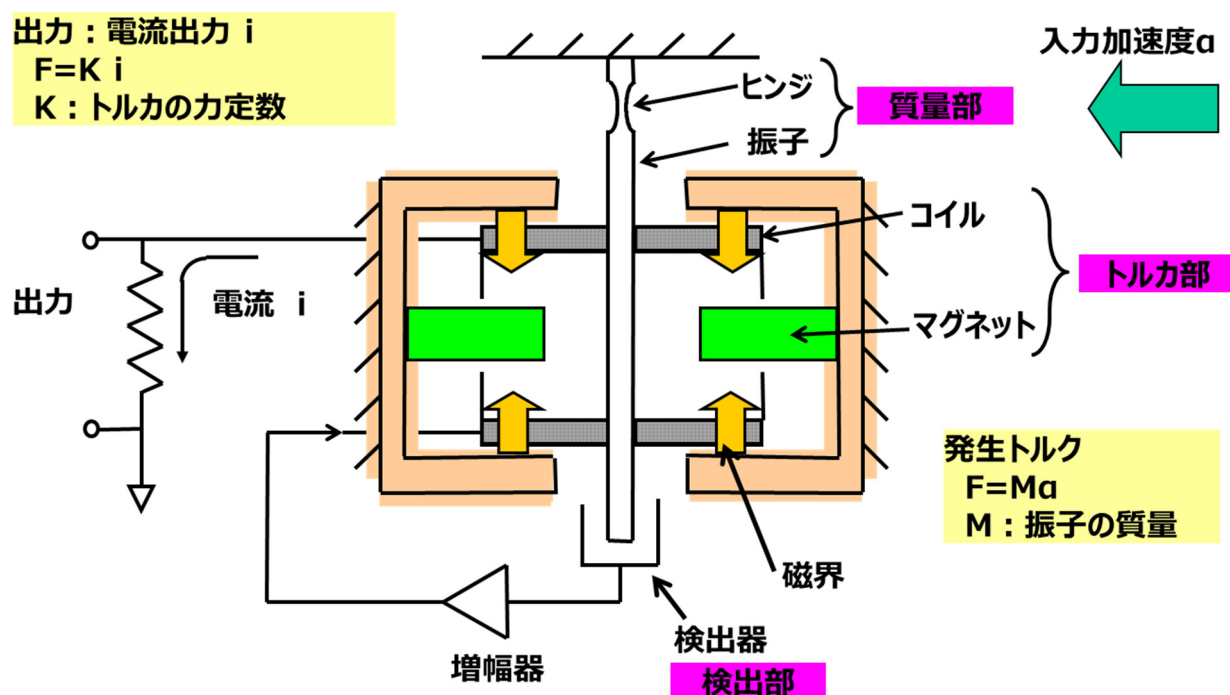


図2. サーボ加速度計 原理図

4. 耐環境性能の確認

堅牢化加速度計の耐環境性能確認結果を 表 3 に示します。

本表のように、耐衝撃レベル 2,000 G (既存製品比較+25%)、耐振動レベル 50 Grms クリア (既存製品比較 2 倍向上) を達成しました。

表 3. 耐環境性能の向上

	JA-5H175 / JA-25GA 既存製品	JA-5H185 / JA-25H185 新規開発品
耐振動レベル (HALT 試験評価結果)	20 G rms	50 G rms
耐衝撃レベル	1,500 G	2,000 G

5. まとめ

今回、耐衝撃性能及び耐振動性能を向上させた堅牢型加速度計を開発することができました。

既に本製品は、欧州を中心に市場投入を開始しており、お客様から高い評価を得ております。

今後は、掘削制御におけるキーセンサである油田掘削市場向け加速度計を製造・供給してきたセンサ・メーカーの強みを生かしつつ、幅広い市場の要求に応じながら、さらなる高付加価値製品をめざして発展させていきたいと考えております。