

埋設型傾斜計 BKJ-A, BKJ-A-D 取扱説明書

本取扱説明書は埋設型傾斜計 BKJ-A, BKJ-A-D を当社標準のアルミガイドパイプ B-30 に挿入、グラウトし、測定器に接続して使用する際の、取り扱い上の注意事項を記した取扱説明書です。ご使用前に必ず本取扱説明書をご覧ください。

1. バックグリスト

- 埋設型傾斜計 1 台
- 検査成績表 1 部 (BKJ-A-D は X, Y 方向毎に各 1 部)
- 保証書 1 部
- 取扱説明書 1 部

注意：2 軸タイプ傾斜計 BKJ-A-D は感度方向ごとにセンサー部が独立していますのでそれぞれのセンサーごとに検査成績表が添付されます。

2. 運搬、保管上の注意

- 2-1 傾斜計は立てた状態 (梱包箱の天地方向シール、または傾斜計のケーブル出口方向が上) で運搬、保管してください。
- 2-2 運搬、保管の際に落下等の衝撃を与えると故障の原因となります。

3. 設置上の注意

- 3-1 傾斜計の設置時にやむをえず傾斜計を横倒しにする場合は静かに倒し、できるだけ短時間で済ませてください。

- 3-2 傾斜計をアルミガイドパイプに挿入する際には傾斜計に添付してある感度方向シールで感度方向を確認してください。
- 3-3 傾斜計をアルミガイドパイプに挿入する際には傾斜計本体、または連結ロッドを保持し、決してケーブルだけで保持しないでください。
- 3-4 アルミガイドパイプ内に使用する延長ケーブルは専用ケーブルを使用してください。
- 3-5 延長ケーブルの曲げ曲率半径は少なくともケーブル外径の 10 倍以上とし、延長ケーブルを保護するためにできるだけ可撓電線管を使用してください。

4. 使用上の注意

- 4-1 傾斜計設置後、ベントナイト等でグラウトしますのでグラウトが安定するまで (約 3 日間) 時間をおいてから測定を開始してください。
- 4-2 接続する測定器のアース線は必ず接地してください。(A 種設置工事を推奨)
- 4-3 傾斜計はできるだけ温度変化の小さい場所に設置してください。温度変化が大きいと出力値に影響を与えます。

5. 結線

傾斜計と延長ケーブルおよび測定器との結線を以下に示します。

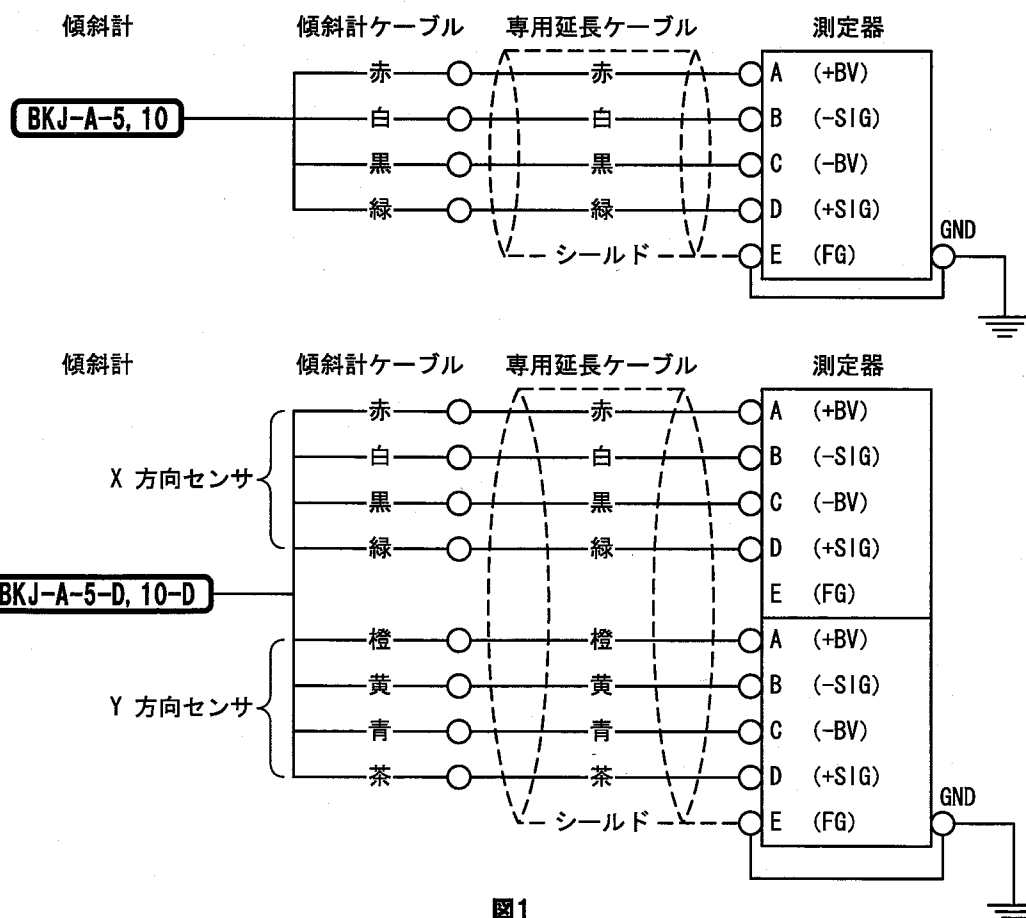


図1

6. 埋設型傾斜計 BKJ-A, BKJ-A-D の設置要領（参考）

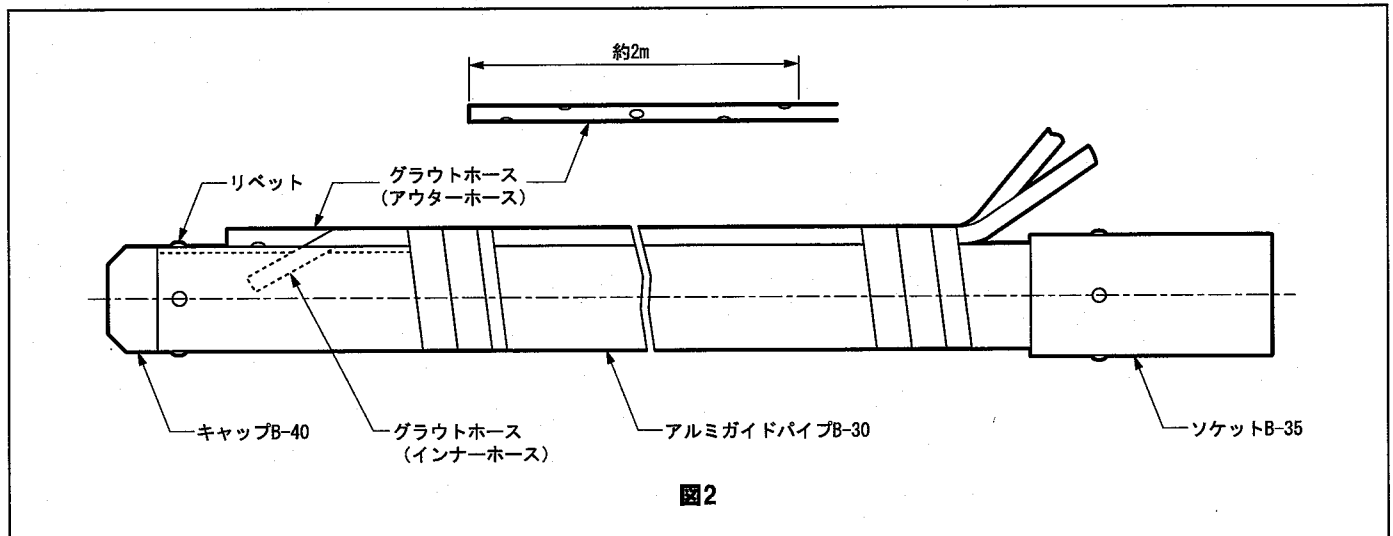
6-1 アルミガイドパイプ B-30 をボーリング長に合わせて必要な段数分を用意し、ボーリング孔の底になるパイプにあらかじめキャップ B-40 を装着しておきます。（アルミガイドパイプにリベットで固定の上、テープシーラおよびブチルゴムテープ、防食テープまたはビニールテープで封止しておきます。）

6-2 グラウトホースをボーリング長に合わせて 2 本準備します。

ボーリング孔の底になるアルミガイドパイプの底付近に楕円の穴を設けておき、グラウトホース（インナーホース）

スの先をアルミガイドパイプの外側から挿入し、テープシーラ、ブチルゴムテープ、防食テープまたはビニールテープで封止しておきます。もう一本のグラウトホース（アウターホース）はそのまま外に出しておき、先端から約 2m の間に適当な間隔で数カ所穴をあけておきます。2 本のホースをアルミガイドパイプの外に沿わせ、適当な間隔でテーピングします。

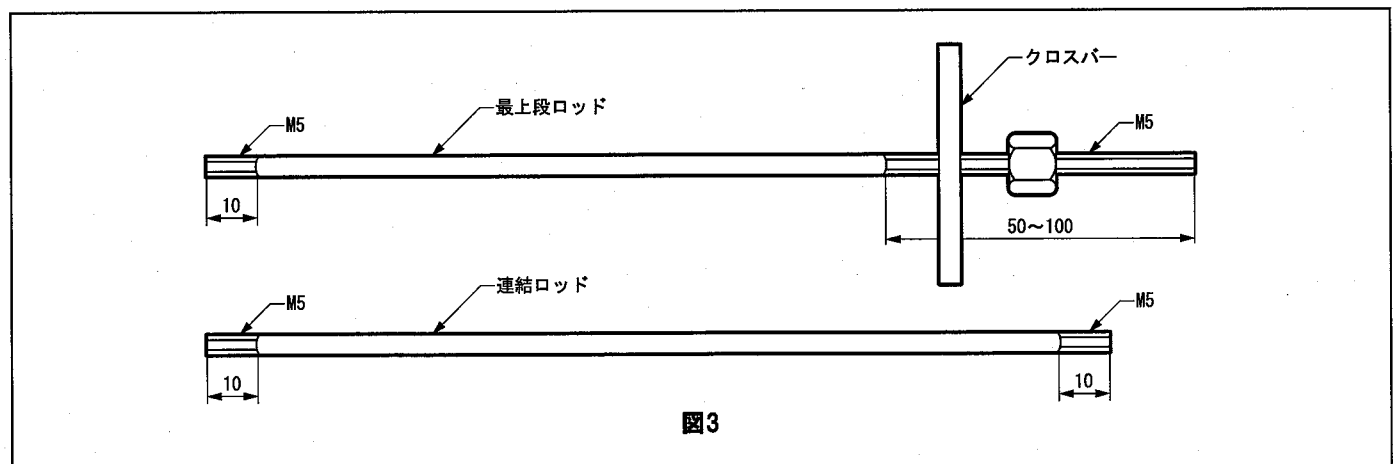
（地上部でインナーホースとアウターホースの見分けができるようにあらかじめホースの両端にマークを付けておきます。）



6-3 検尺の済んだボーリング孔にアルミガイドパイプを挿入します。あらかじめ傾斜の測定方向が定められている場合は、ガイドパイプの溝の方向をそちらに合わせ、ソケット B-35 でジョイントしながら挿入します。ボーリング孔内の水位に達したら、アルミガイドパイプ内に清水を

注入し、浮力とバランスさせながら挿入してください。

6-4 延長ケーブルと連結ロッドを用意します。最上段の連結ロッド（最上部ロッド）は長ネジを切っておき、固定用のクロスバーを取り付けておきます。



6-5 傾斜計のシリアル No. を確認し、接続する延長ケーブルの両端にシリアル No. または計器番号を記したタグを取り付けておきます。

6-6 傾斜計のケーブルと延長ケーブルの心線同士を半田付けし、ハイボンテープ、ハマタイト、ビニールテープ等で十分に防水処理を施します。ただし接続部の外径が 20mm 以下に仕上げてください。

6-7 ケーブルをハンディタイプの測定器に接続して、傾斜計の絶縁抵抗値および動作チェック（傾斜計をほぼ垂直に立てて持ち、感度方向に傾ける）を行います。

「5. 結線」の項目を参照し、測定器に接続してください。

6-8 傾斜計を感度方向を確認しながらアルミガイドパイプに半分程挿入し、傾斜計上端の M5 ネジ穴に連結ロッドをねじ込みます。

- 6-9 連結ロッドを保持しながら傾斜計をガイドパイプ内に挿入します。途中でケーブルを連結ロッドにタイラップ等で固定しながら降ろしてください。
- 6-10 連結ロッドの上端に次の傾斜計をねじ込みます。傾斜計のケーブル出口部に極端なねじりが加わらないように、延長ケーブルの方にねじれを逃がしながら傾斜計を接続してください。
- 6-11 前記 6-7、6-8 の手順で次の連結ロッドを接続し、下段からのケーブルを傾斜計の側面に沿わせ傾斜計の上下で連結ロッドにタイラップ等で結束します。この時にケーブルを整えて沿わせないとアルミガイドパイプ内のリベットにひっかかるので注意してください。
- 6-12 以下同様に連結ロッドと傾斜計を交互に接続しながら挿入してゆき、最上段の連結ロッドはクロスバーの位置を調整して、アルミガイドパイプの端部に架けておきます。
- 6-13 傾斜計のケーブルを測定器に接続し、イニシャル値、および絶縁抵抗値をチェックして傾斜計の異常の有無を確認します。
- 6-14 グラウトセメントをアウターホースに注入しボーリング孔とアルミガイドパイプの隙間を充填し、次にインナーホースを使用してアルミガイドパイプの内部を充填します。固化するまで傾斜計を静かに放置します。
- 6-15 グラウトセメントが固化し傾斜計が安定した後（約 3 日後）、各傾斜計のイニシャル値を測定し、零点をとりなおして計測を開始してください。

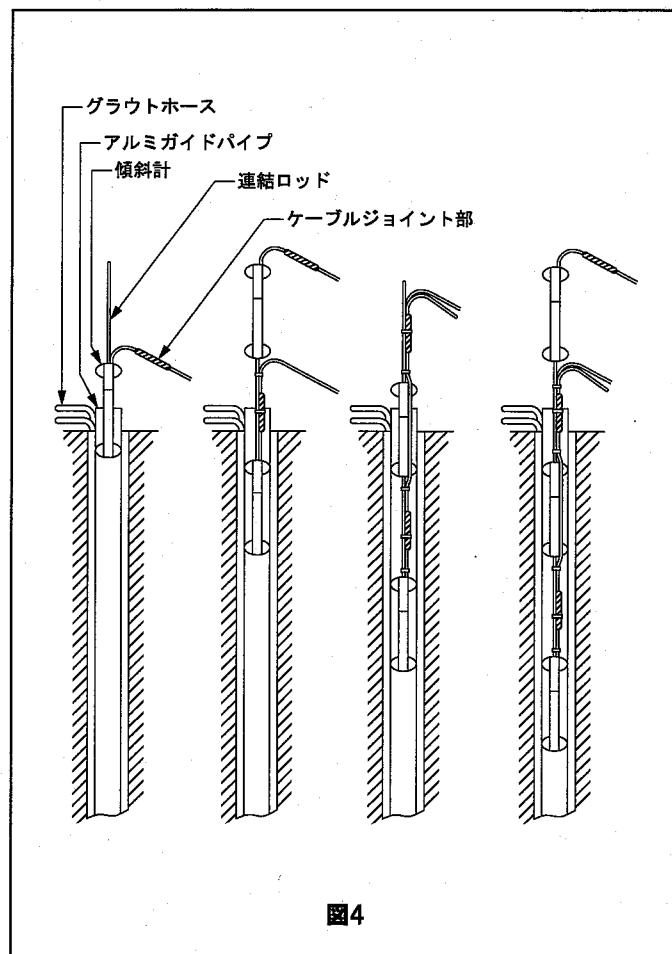


図4

7. 傾斜角度から側方変位の求め方（参考）

各傾斜計の出力値から側方変位を求めます。数値計算は市販の表計算ソフトなどを使用してください。

- 7-1 測定器に設定した校正係数に従い、記録値の単位が角度“°”で表示されているものとする、ボーリング孔の最下部に設置した傾斜計の中心点（ P_1 ）を基準点として次の傾斜計中心点（ P_2 ）の側方変位 v_2 は

$$v_2 = v_1 + \frac{L_1}{2} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) \dots\dots\dots ①$$

で近似されるので

n 段目の側方変位 v_n は

$$v_n = v_1 + v_2 + v_3 + \dots\dots\dots + \frac{L_{n-1}}{2} (\sin \theta_{n-1} + \sin \theta_n) \\ = \frac{1}{2} \times \sum_{i=2}^n \{ L_{i-1} \times (\sin \theta_{i-1} + \sin \theta_i) \} \dots\dots\dots ②$$

となります。

- v_1 : 基準点（側方変位=0）
- L_1 : 傾斜計中心点間距離（ P_1 , P_2 ）
- θ_1 : 傾斜計（ P_1 ）の傾斜角
- θ_2 : 傾斜計（ P_2 ）の傾斜角
- θ_n : 傾斜計（ P_n ）の傾斜角
- L_{n-1} : n 段目と $n-1$ 段目の傾斜計中心点間距離

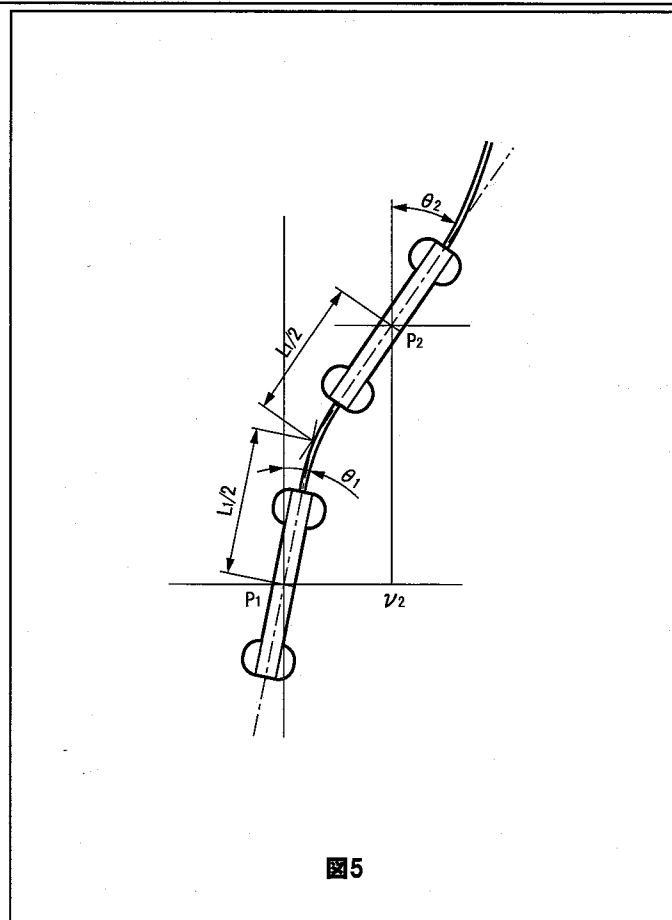


図5

8. 仕様

(1) 品名	埋設型傾斜計	(10) 入出力抵抗	350Ω±1%
(2) 型式名	BKJ-A-5 (±5度1軸タイプ) BKJ-A-10 (±10度1軸タイプ) BKJ-A-5-D (±5度2軸タイプ) BKJ-A-10-D (±10度2軸タイプ)	(11) 推奨印加電圧	2~10V AC または DC
(3) 外形寸法	図6に示す (BKJ-A-5, 10) 図7に示す (BKJ-A-5-D, 10-D)	(12) 許容過負荷	120%
(4) 定格容量	±5° (BKJ-A-5, 5-D) ±10° (BKJ-A-10, 10-D)	(13) 温度補償範囲	-10~60℃
(5) 定格出力	1.4mV/V (2800×10 ⁻⁶ ひずみ) 以上 (-定格~+定格)	(14) 許容温度範囲	-20~70℃
(6) 非直線性	±0.5%R0	(15) ケーブル	0.3mm ² 、4心クロロプレン、外形6mm、長さ1m、先端はんだあげ (BKJ-A-5, 10)
(7) ヒステリシス	±0.5%R0		0.3mm ² 、8心クロロプレン、外形6mm、長さ1m、先端はんだあげ (BKJ-A-5-D, 10-D)
(8) 零点の温度影響	±0.05%R0/℃	(16) 外装	ステンレス鋼
(9) 出力の温度影響	±0.1%R0/℃	(17) 連結ロッド接続部	M5 めねじ 深さ10mm
		(18) 質量	約1kg (BKJ-A-5, 10) 約1.2kg (BKJ-A-5-D, 10-D)

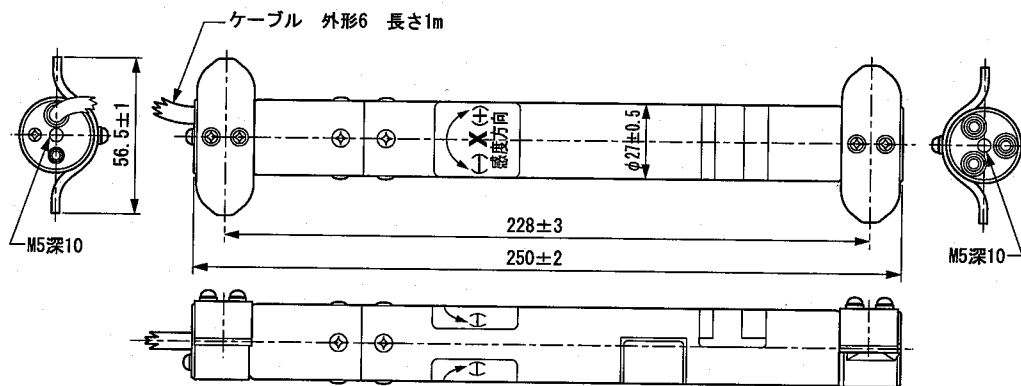


図6 BKJ-A-5,10

(単位: mm)

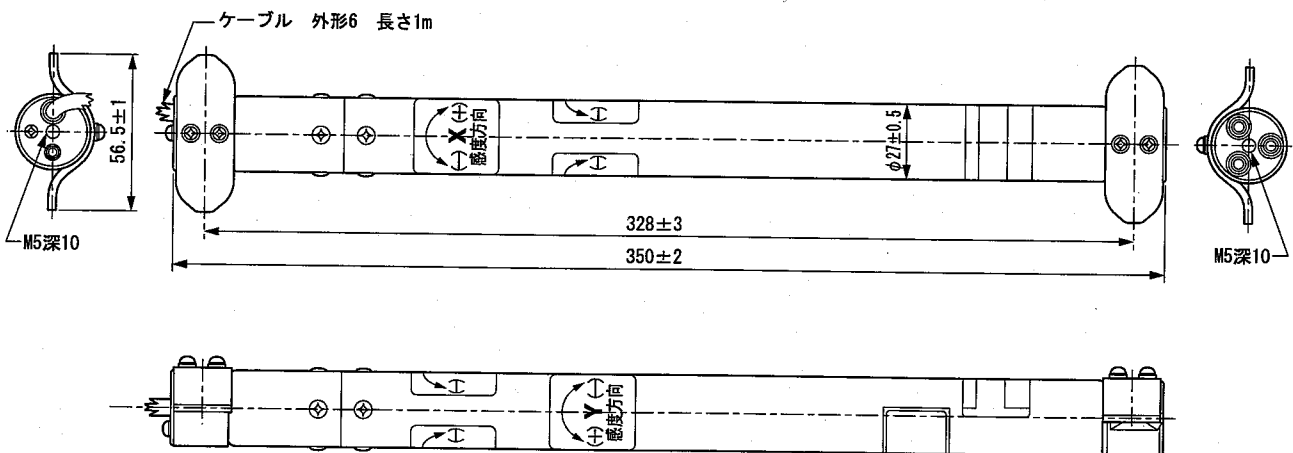


図7 BKJ-A-5-D,10-D

(単位: mm)

BKJ-A/BKJ-A-D EMBEDDING TYPE INCLINATION TRANSDUCER INSTRUCTION MANUAL

This Instruction Manual describes essential precautions when using BKJ-A/BKJ-A-D Embedding Type Inclination Transducer (hereinafter referred to as the BKJ-A) by installing into KYOWA's standard aluminum guide pipe B-30, applying grout, and connecting to measuring instrument. Do not forget to read the Instruction Manual before use.

1. PACKING LIST

- Embedding Type Inclination Transducer.....1
- Inspection Report.....1(BKJ-A-D: Provided for every X and Y directions.)

○Warranty.....1

○Instruction Manual.....1

Note: Since sensor portion of Biaxial type BKJ-A-D is independent for every sensitivity direction, the Inspection Report is attached for every sensor.

2. PRECAUTIONS FOR TRANSPORTATION AND STORAGE

- 2-1 Always carry and store the BKJ-A upright (with the "UP" seal on the package box or cable outlet of the BKJ-A facing up).
- 2-2 Do not apply any impact during transportation or storage or, the BKJ-A may be damaged.

3. PRECAUTIONS FOR INSTALLATION

- 3-1 When setting the BKJ-A, if it is unavoidably laid sideways, quietly turn it down and set it within a short period of time.

- 3-2 When installing the BKJ-A into an aluminum guide pipe, see a sensitivity direction seal attached on the BKJ-A to check the correct sensitivity direction.
- 3-3 When installing the BKJ-A into the aluminum guide pipe, always hold the BKJ-A mainbody or a connection rod and do not hold only the cable.
- 3-4 Use a specified extension cable to be used in the aluminum guide pipe.
- 3-5 Set bending radius of the extension cable to at least more than 10 times the cable outer diameter and use a flexible metal conduit as much as possible to protect the extension cable.

4. PRECAUTIONS FOR USE

- 4-1 After installing the BKJ-A, grouting is conducted using bentonite, etc. Then, leave the BKJ-A (approximately 3 days) until it becomes sufficiently stable before starting the measurement.
- 4-2 Do not forget to ground the grounding conductor of the connected measuring instrument. (Recommended: Class A grounding)
- 4-3 Locate the BKJ-A at a location with temperature change as little as possible. Large varying temperature may give adverse effect to the output value

5. WIRE CONNECTION

Wire Connections between the BKJ-A and extension cable as well as between measuring instrument are described in the following figure.

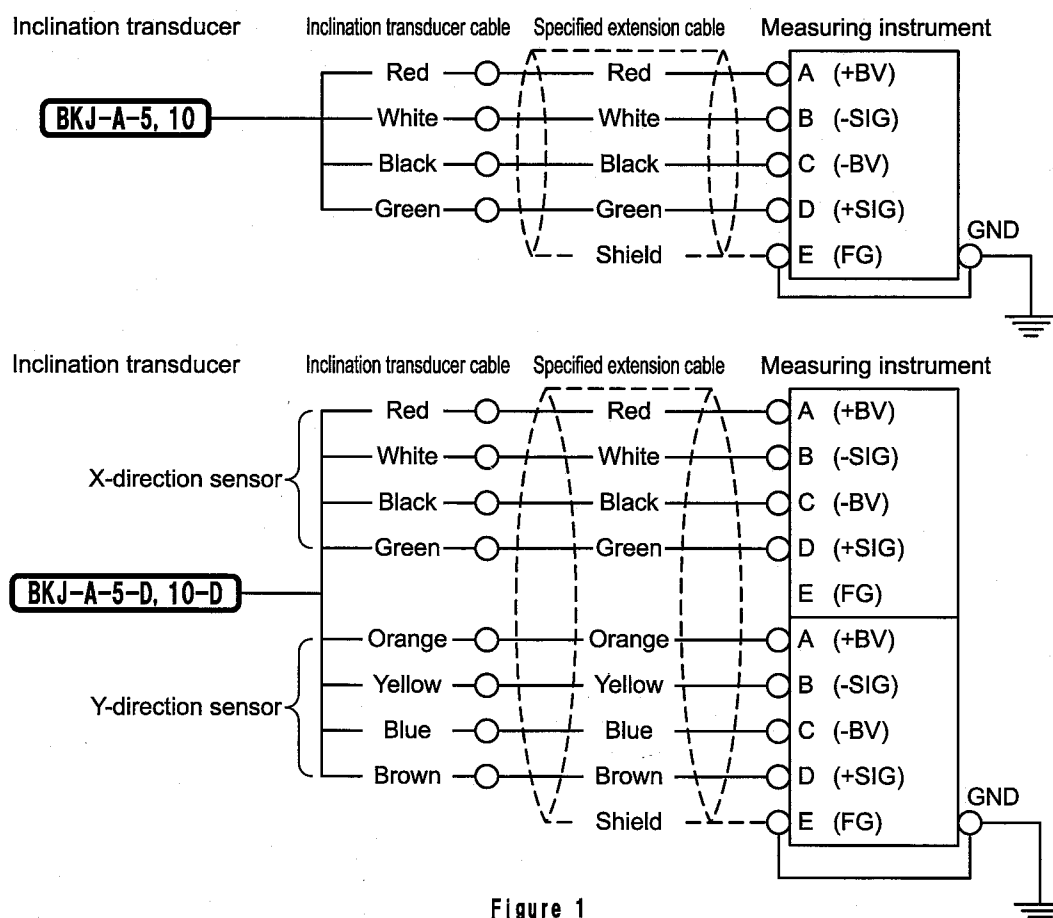


Figure 1

6. HOW TO INSTALL BKJ-A/BKJ-A-D (REF.)

- 6-1 Prepare an aluminum guide pipe B-30 having appropriate boring length and put a cap B-40 to the pipe that is to be the bottom of the boring hole. (After fixing the cap on the aluminum guide pipe with rivet, seal the cap with waterproof sealer, butyl rubber tape, pipe wrapping tape, or vinyl tape.
- 6-2 Prepare 2 grout hoses having the boring length.
Bore an ellipse shaped hole in the vicinity of the bottom of the aluminum guide pipe that is to be the bottom of the boring hole, insert the tip of one of the grout hose (inner hose) from the outside of the aluminum guide pipe and then, seal the hole

outlet with waterproof sealer, butyl rubber tape, pipe wrapping tape or vinyl tape. Leave the other grout hose (outer hose) to the outside as it is and bore several holes at certain intervals between the tip and approximately 2 meters. Set the 2 hoses along the outside of the aluminum guide pipe and fix them with tapes at certain intervals.

(Put marks on both hose ends beforehand so that it is easy to distinguish inner hose from outer hoses when viewed from above ground)

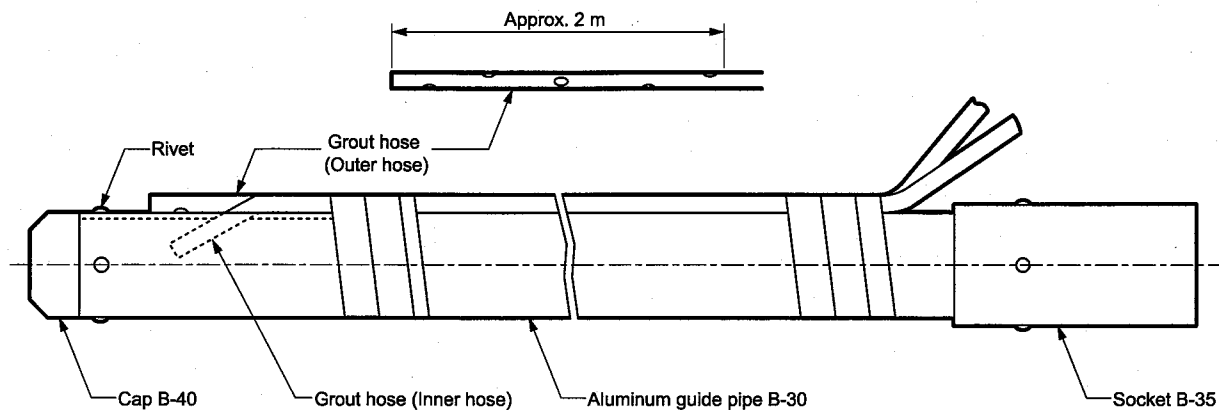


Figure 2

- 6-3 Insert the aluminum guide pipe into the boring hole. If measuring direction of the inclination is determined in advance, set the aluminum guide pipe groove to the desired direction and insert it with a socket B-35. When the aluminum guide pipe reaches the groundwater level in the boring hole,

pour clean water in the aluminum guide pipe and then, insert it by balancing with buoyant force.

- 6-4 Prepare an extension cable and connection rods. For the highest stage connection rod (the top connection rod), cut a long crew thread and set a fixing cross bar.

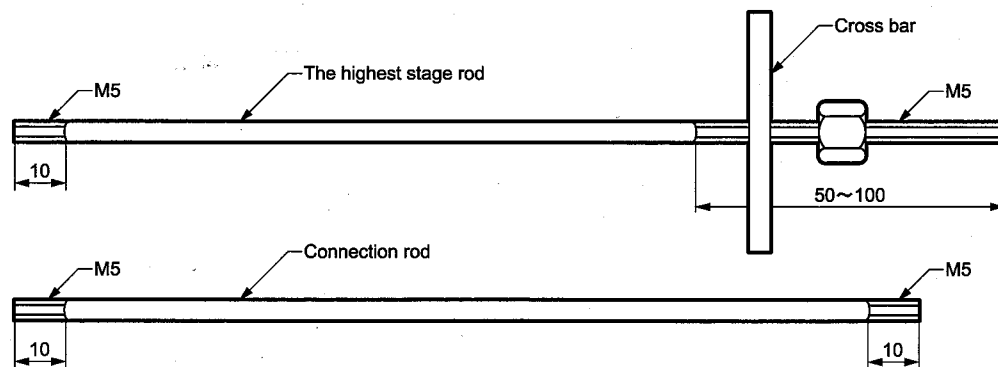


Figure 3

- 6-5 Check the serial number of the BKJ-A and put tags with the serial No. or instrument No. on both ends of the connecting extension cable.
- 6-6 Solder cable conductors of both BKJ-A and extension cable and sufficiently waterproof with waterproof tapes such as vinyl tape, etc. However, take care that outer diameter of the connected portion should be less than 20 mm.

- 6-7 Connect the cable to a portable type measuring instrument and check insulation resistance and operation of the BKJ-A (by holding the BKJ-A fairly upright and then, inclining to the sensitivity direction).
See "5. WIRE CONNECTION."

- 6-8 While checking the sensitivity direction of the BKJ-A, insert around half of the BKJ-A into the aluminum guide pipe and screw in the connection rod to M5 screw hole on the top of the BKJ-A.

- 6-9 By holding the connection rod, insert the BKJ-A into the aluminum guide pipe. Fix the cable to the connection rod with tiewrap, etc. on halfway while lifting down the BKJ-A into the aluminum guide pipe.
- 6-10 Screw in the next BKJ-A into the top of the connection rod. At this time, connect the BKJ-A by taking special care that no exceeding twist is applied to the cable outlet of the BKJ-A.
- 6-11 Connect the next connection rod according to procedures in the above items from 6-7 to 6-8. Set the lower stage cables along the side of the BKJ-A and bundle them with tiewrap, etc. to the connection rod on upper and lower portion of the BKJ-A. At this time, neatly arrange the cables when setting along the BKJ-A side or, the cables may be entangled on the rivet in the aluminum guide pipe.
- 6-12 In the same manners as described above, insert the BKJ-A into the aluminum guide pipe while connecting the BKJ-A to connecting rod one after another. Adjust the cross bar portion and hung the highest connection rod at the edge of the aluminum guide pipe.
- 6-13 Connect the BKJ-A cable to the measuring instrument and then, check the initial value as well as insulation resistance to confirm whether or not abnormality is found in the BKJ-A.
- 6-14 Apply grouting cement into the outer hose and fill up the gap between the boring hole and aluminum guide pipe. Next, fill up the inner portion of the aluminum guide pipe using the inner hose. Then, quietly leave the BKJ-A untouched until it is solid cemented.
- 6-15 After the BKJ-A is sufficiently settled (approximately after 3 days), measure the initial value of each BKJ-A to adjust zero point once again. Then, start the measurement.

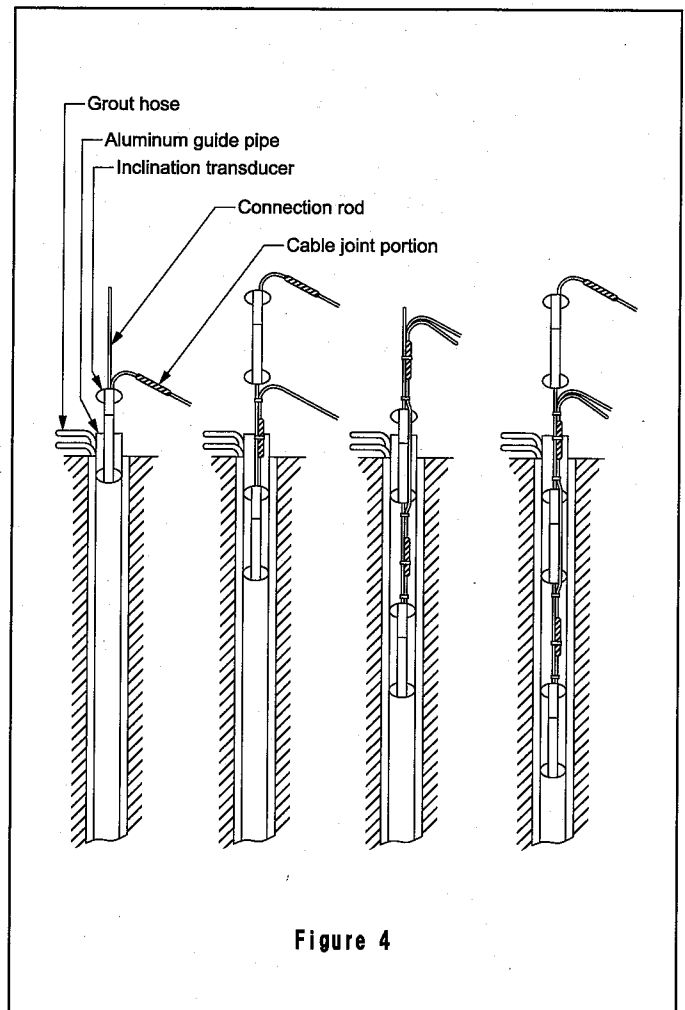


Figure 4

7. HOW TO CALCULATE DIDE DISPLACEMENT FROM INCLINATION ANGLE (REF.)

How to obtain side displacement by calculating output of each BKJ-A is described. For numerical calculation, use commercially available spreadsheet software, etc.

- 7-1 With calibration coefficient predetermined in the measuring instrument, suppose that a unit used for the recorded value is an angle indicated with "°." By setting a center point (P1) of the BKJ-A that is set at the lowest portion in the boring hole as a reference point, side displacement v_2 of the center point of the next BKJ-A (P_2) is approximated by the following equation.

$$v_2 = v_1 + \frac{L_1}{2} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

Therefore, the displacement v_n of the nth stage is obtained by the following equation.

$$v_n = v_1 + v_2 + v_3 + \dots + \frac{L_{n-1}}{2} (\sin \theta_{n-1} + \sin \theta_n)$$

$$= \frac{1}{2} \times \sum_{i=2}^n \{ L_{i-1} \times (\sin \theta_{i-1} + \sin \theta_i) \} \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

- where v_1 : Reference point (Side displacement = 0)
 L_1 : Distance between center points of the BKJ-A (P1 and P2)
 θ_1 : Inclination angle of the BKJ-A (P1)
 θ_2 : Inclination angle of the BKJ-A (P2)
 θ_n : Inclination angle of the BKJ-A (Pn)
 L_{n-1} : Distance between center points of the nth and n-1th stage of the BKJ-As

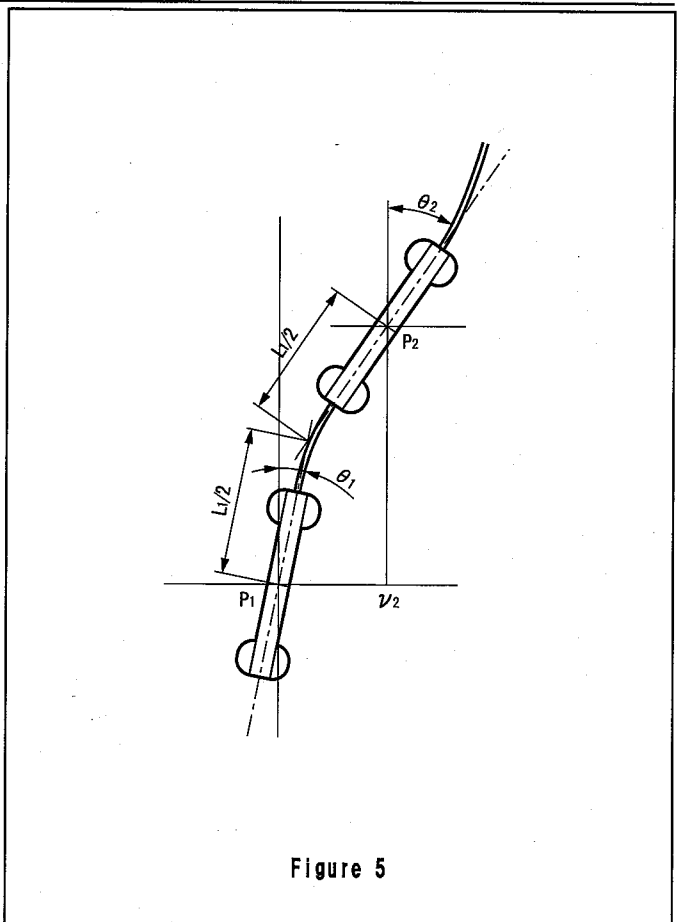


Figure 5

8. SPECIFICATIONS

1) Product name	Embedding type inclination transducer	10) Input/output resistance	$350\ \Omega \pm 1\%$
2) Model name	BKJ-A-5 ($\pm 5^\circ$ Uniaxial type) BKJ-A-10 ($\pm 10^\circ$ Uniaxial type) BKJ-A-5-D ($\pm 5^\circ$ Biaxial type) BKJ-A-10-D ($\pm 10^\circ$ Biaxial type)	11) Recommended applied voltage	2 to 10 VAC or VDC
3) Dimensions	See Figure 6. (BKJ-A-5/BKJ-A-10) See Figure 7. (BKJ-A-5-D/BKJ-A-10-D)	12) Safe overload	120%
4) Rated capacity	$\pm 5^\circ$ (BKJ-A-5/BKJ-A-5-D) $\pm 10^\circ$ (BKJ-A-10/BKJ-A-10-D)	13) Temperature compensation range	-10 to 60°C
5) Rated output	1.4 mV/V (2800 $\mu\text{m}/\text{m}$) or more (Minus rated output to plus rated output)	14) Safe temperature range	-20 to 70°C
6) Nonlinearity	Within $\pm 0.5\%$ RO	15) Cable	BKJ-A-5/BKJ-A-10 4-conductor (0.3 mm ²) chloroprene cable, 1 m long, $\Phi 6$ mm, soldered end BKJ-A-5-D/BKJ-A-10-D 8-conductor (0.3 mm ²) chloroprene cable, 1 m long, $\Phi 6$ mm, soldered end
7) Hysteresis	Within $\pm 0.5\%$ RO	16) Appearance	Stainless steel finish
8) Temperature effect on ZERO balance	Within $\pm 0.05\%$ RO/ $^\circ\text{C}$	17) Connecting portion of connection rod	M5 female screws with depth 10 mm
9) Temperature effect on output	Within $\pm 0.1\%$ / $^\circ\text{C}$	18) Weight	BKJ-A-5/BKJ-A-10: Approx. 1 kg BKJ-A-5-D/BKJ-A-10-D: Approx. 1.2 kg

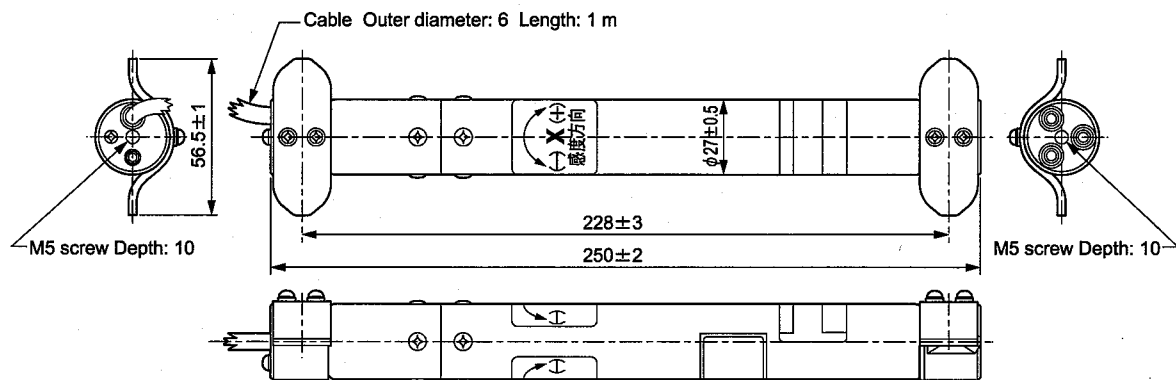


Figure 6 BKJ-A-5 and BKJ-A-10

Unit: mm

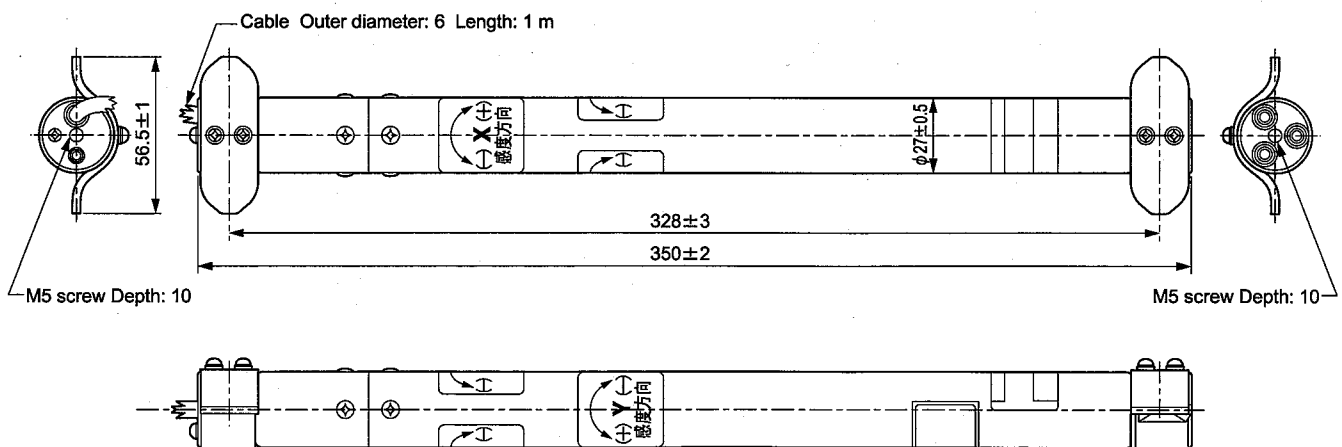


Figure 7 BKJ-A-5-D and BKJ-A-10-D

Unit: mm