

# パイルフィット継手工法

－小口径鋼管の機械式継手工法－

(改定 2)

## 技術資料

2024 年 3 月 19 日

日本製鉄グループ / 東尾メック株式会社

# パイルフィット継手工法

## －小口径鋼管の機械式継手工法－

(改定 2)

### 目次

|                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| <b><u>I. パイルフィット説明資料</u></b>               | ・ ・ ・ ・ ・ 3  |
| 1. 概要                                      | ・ ・ ・ ・ ・ 4  |
| 1.1 工法概要                                   | ・ ・ ・ ・ ・ 4  |
| 1.2 適用範囲                                   | ・ ・ ・ ・ ・ 5  |
| 1.3 補強材の仕様                                 | ・ ・ ・ ・ ・ 6  |
| 1.4 継手の仕様                                  | ・ ・ ・ ・ ・ 6  |
| 1.5 接合部の仕様                                 | ・ ・ ・ ・ ・ 13 |
| 1.6 パイルフィット継手を有する補強材の許容圧縮耐力                | ・ ・ ・ ・ ・ 15 |
| 2. パイルフィット継手の圧縮・ねじり性能の検討                   | ・ ・ ・ ・ ・ 16 |
| 2.1 圧縮性能の検討                                | ・ ・ ・ ・ ・ 16 |
| 2.2 ねじり性能の検討                               | ・ ・ ・ ・ ・ 20 |
| <b><u>II. パイルフィット継手部品の製造要領・加工要領</u></b>    | ・ ・ ・ ・ ・ 22 |
| 1. 継手部品の製造要領および品質管理                        | ・ ・ ・ ・ ・ 23 |
| 2. 補強材の加工要領                                | ・ ・ ・ ・ ・ 24 |
| 2.1 加工者                                    | ・ ・ ・ ・ ・ 24 |
| 2.2 加工方法                                   | ・ ・ ・ ・ ・ 24 |
| 2.3 加工材料                                   | ・ ・ ・ ・ ・ 24 |
| 2.4 加工形状                                   | ・ ・ ・ ・ ・ 24 |
| 2.5 加工工程及び管理項目                             | ・ ・ ・ ・ ・ 25 |
| <b><u>III. パイルフィット継手を有する補強材の設計施工要領</u></b> | ・ ・ ・ ・ ・ 26 |
| 1. 設計要領                                    | ・ ・ ・ ・ ・ 27 |
| 1.1 補強材の仕様                                 | ・ ・ ・ ・ ・ 27 |
| 1.2 継手の仕様                                  | ・ ・ ・ ・ ・ 27 |
| 1.3 接合部の仕様                                 | ・ ・ ・ ・ ・ 29 |
| 1.4 補強材の許容圧縮力                              | ・ ・ ・ ・ ・ 30 |
| 1.5 補強材の許容鉛直支持力                            | ・ ・ ・ ・ ・ 32 |
| 2. パイルフィット継手を有する補強材の施工要領                   | ・ ・ ・ ・ ・ 33 |
| 2.1 補強材と建築物の基礎との接合                         | ・ ・ ・ ・ ・ 33 |
| 2.2 パイルフィット継手を有する補強材の施工要領                  | ・ ・ ・ ・ ・ 33 |

## I．パイルフィット説明資料

# 1. 概要

## 1. 1 工法概要

本技術は、小規模建築物を対象とした地盤補強に用いる小口径鋼管の杭状地盤補強材（以下、補強材と称する）を対象とした溶接を用いない継手工法である。本工法は、上材と下材それぞれについて、補強材端部のスリットと継手部品の突起部を嵌合させるとともに、補強材端部と継手部品をボルト接合することで、現場溶接作業を伴うことなく補強材を接合する技術である。パイルフィット継手工法を使用した補強材の施工手順を図 1-1.1 に示す。

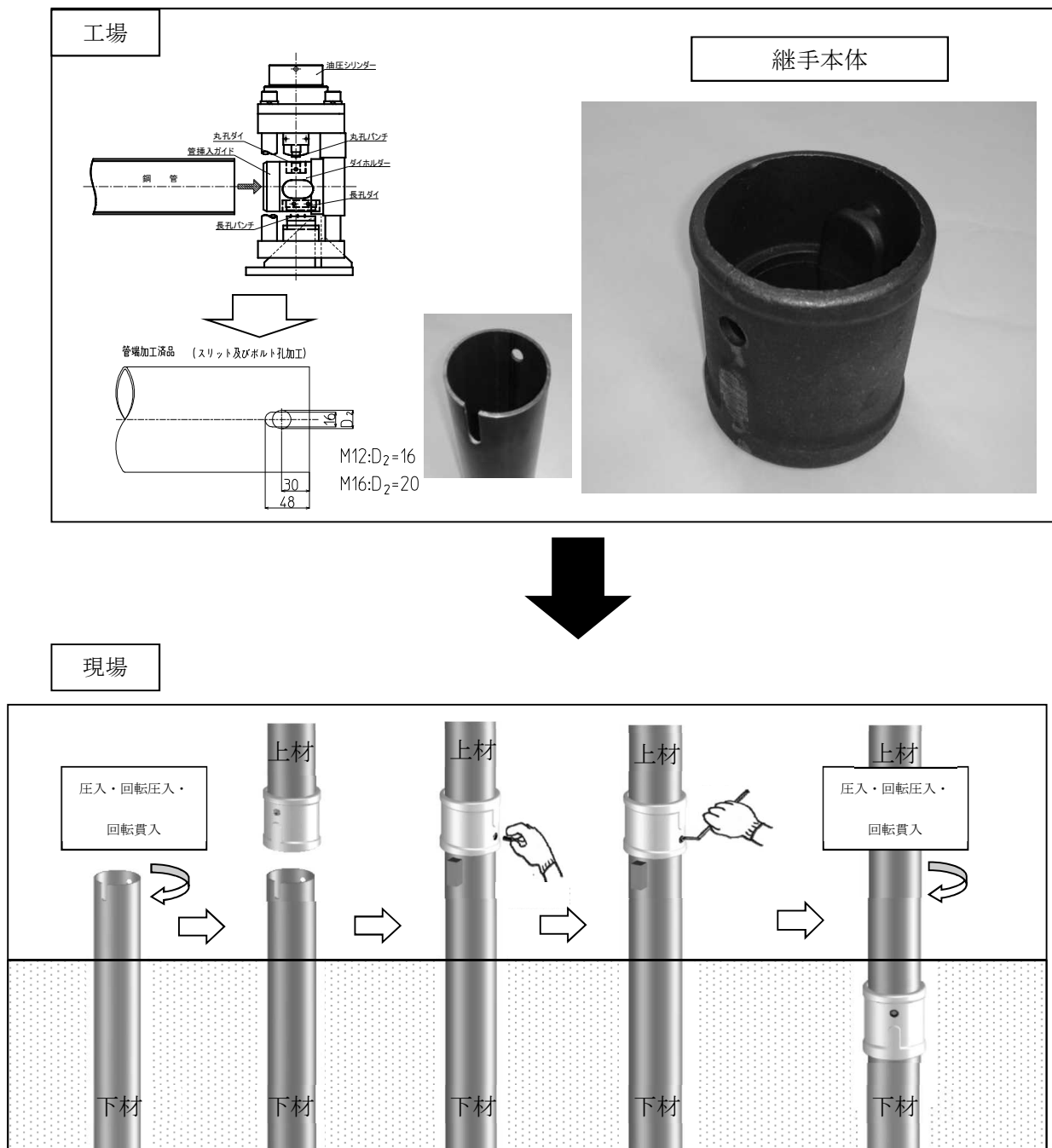


図 1-1.1 パイルフィット継手工法を使用した補強材の施工手順

## 1. 2 適用範囲

パイルフィット継手を有する補強材の適用は、以下の通りとする。

- (1) 地上3階以下、かつ、本工法を適用する地盤補強工法の適用範囲内とする。
- (2) 補強材と建築物の基礎との接合は、補強材に圧縮力を主として伝える接合とする。補強材と建築物の基礎との接合仕様例を、図 1-1.2 に示す。
- (3) パイルフィット継手を有する補強材の施工は、圧入・回転圧入・回転貫入によることとする。

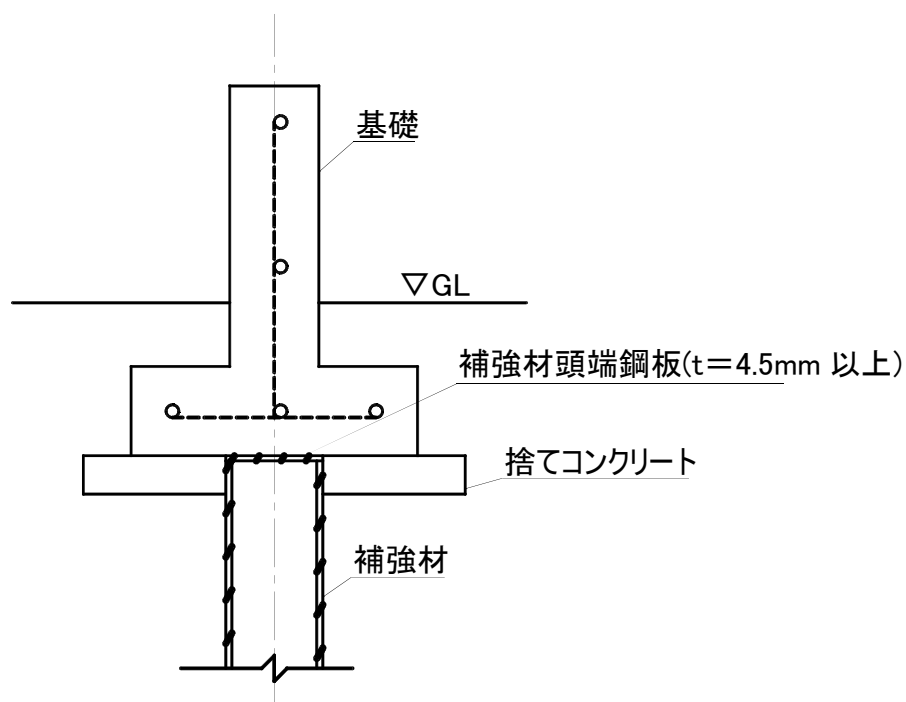


図 1-1.2 補強材と基礎の接合仕様例

### 1. 3 補強材の仕様

#### (1) 補強材の材質

JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管 (STK400 基準強度：235N/mm<sup>2</sup>)

JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管 (STK490 基準強度：325N/mm<sup>2</sup>)

#### (2) 補強材の寸法

適用する補強材は 10 種類とする。それぞれの寸法と断面性能を、表 1-1.1 に示す。

表 1-1.1 適用する補強材の寸法・断面性能

| 鋼管<br>材質 | 外径<br>D<br>(mm) | 厚さ<br>T<br>(mm) | 単位質量<br>W<br>(kg/m) | 断面積<br>A<br>(cm <sup>2</sup> ) | 断面 2 次モーメント<br>I<br>(cm <sup>4</sup> ) | 断面係数<br>Z<br>(cm <sup>3</sup> ) | 断面 2 次半径<br>i<br>(cm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| STK400   | 89.1            | 4.2             | 8.79                | 11.20                          | 101.2                                  | 22.7                            | 3.01                  |
|          | 101.6           | 4.0             | 9.63                | 12.26                          | 146.3                                  | 28.8                            | 3.45                  |
|          |                 | 4.2             | 10.09               | 12.85                          | 152.7                                  | 30.1                            | 3.45                  |
|          | 114.3           | 3.5             | 9.56                | 12.18                          | 187.1                                  | 32.7                            | 3.92                  |
|          |                 | 4.5             | 12.2                | 15.52                          | 234.3                                  | 41.0                            | 3.89                  |
|          | 139.8           | 4.5             | 15.0                | 19.13                          | 438.2                                  | 62.7                            | 4.79                  |
| STK490   | 89.1            | 3.5             | 7.39                | 9.41                           | 86.4                                   | 19.4                            | 3.03                  |
|          | 101.6           | 3.5             | 8.47                | 10.79                          | 129.9                                  | 25.6                            | 3.47                  |
|          | 114.3           | 3.5             | 9.56                | 12.18                          | 187.1                                  | 32.7                            | 3.92                  |
|          | 139.8           | 3.5             | 11.76               | 14.99                          | 348.3                                  | 49.8                            | 4.82                  |

※許容圧縮力：短期は基準強度に断面積を乗じた値、長期は短期の 1/1.5。

※寸法許容誤差：JIS G 3444 適合

厚さ 3.5 以外・・・外径±1%、厚さ+15%、-12.5%

厚さ 3.5・・・外径±1%、厚さ+0.6mm、-0.5mm

### 1. 4 継手の仕様

#### (1) パイルフィット継手の材質

JIS G 5705 可鍛鋳鉄品 FCMB275-5 (黒心可鍛鋳鉄)

表 1-1.2 に機械的性質に関する JIS 規格値を示す。

表 1-1.2 JIS G5705 FCMB275-5 規格値 (機械的性質)

| 種類  | 引張強さ<br>N/mm <sup>2</sup> 以上 | 0.2%耐力<br>N/mm <sup>2</sup> 以上 | 伸び<br>%以上 | 硬さ (参考値)<br>HB |
|-----|------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|
| 規格値 | 275                          | 165                            | 5         | 150 以下         |

(2) パイルフィット継手のサイズ

表 1-1.3 に継手の種類と対応鋼管を示す。

ねじり性能を考慮して D139.8 のボルトサイズは M16 を用いている。

表 1-1.3 パイルフィット継手のサイズ

| 鋼管材質   | 継手品番   | 対応鋼管   |        | 使用ボルト    |
|--------|--------|--------|--------|----------|
|        |        | 外径(mm) | 肉厚(mm) |          |
| STK400 | D89.1  | 89.1   | 4.2    | M12 × 20 |
|        | D101.6 | 101.6  | 4.0    |          |
|        |        |        | 4.2    |          |
|        | D114.3 | 114.3  | 3.5    |          |
|        |        |        | 4.5    |          |
|        | D139.8 | 139.8  | 4.5    | M16 × 25 |
| STK490 | D89.1  | 89.1   | 3.5    | M12 × 20 |
|        | D101.6 | 101.6  | 3.5    |          |
|        | D114.3 | 114.3  | 3.5    |          |
|        | D139.8 | 139.8  | 3.5    | M16 × 25 |

(3) 締付けボルトの品質および寸法

ボルトの規格：JIS B 1176（六角穴付きボルト）M12 × 20 , M16 × 25

材質：JIS G 4053（機械構造用合金鋼鋼材）SCM435

強度区分：12.9

ボルトの寸法を表 1-1.4、形状を図 1-1.3、仕様を表 1-1.5 に示す。

表 1-1.4 ボルトの寸法

| 呼び径 | $dk$<br>(mm) | ピッチ $p$<br>(mm) | $k$<br>(mm) | $L$<br>(mm) | $e$<br>(mm) | $s$<br>呼び<br>(mm) |
|-----|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| M12 | 18.00        | 1.75            | 12.00       | 20.00       | 11.43       | 10                |
| M16 | 24.00        | 2.00            | 16.00       | 25.00       | 16.00       | 14                |

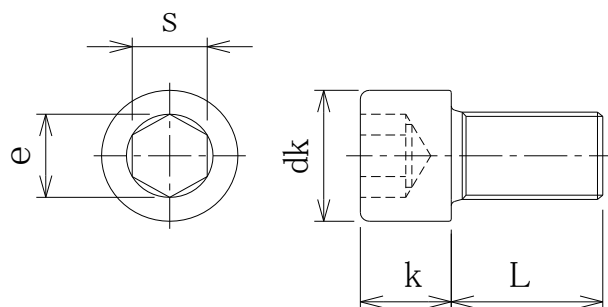


図 1-1.3 六角穴付きボルトの形状

表 1-1.5 ボルトの仕様

| 強度区分 | 硬さ<br>HRC |    | ネジ精度     | 表面処理 |
|------|-----------|----|----------|------|
|      | 最小        | 最大 |          |      |
| 12.9 | 39        | 44 | JIS 5g6g | 黒染め  |

(4) 継手の形状・寸法

継手部品の概要を写真 1-1.1 に、形状寸法を図 1-1.4～図 1-1.7 に示す。

継手の内径は、補強材の寸法許容誤差を考慮して設定した。

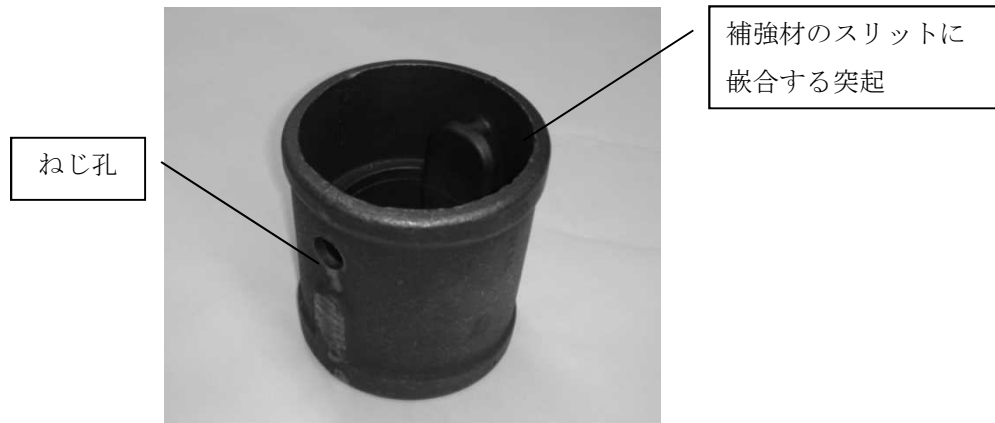


写真 1-1.1 継手部品の概要



Technical drawing of a mechanical part, showing four views: A-A, B-B, C-C, and a front view.

**View A-A (Top View):** Shows the circular top of the part with a central hole of diameter  $\phi 60$ . The outer diameter is  $\phi 109.3$ . The inner hole has a diameter of  $\phi 60$ . The part is symmetrical about the vertical centerline.

**View B-B (Front View):** Shows the side profile of the part. The total height is  $73.5$ . The outer diameter is  $\phi 94.5$ . The inner hole has a diameter of  $\phi 60$ . The part is symmetrical about the vertical centerline.

**View C-C (Side View):** Shows the side profile of the part from a different angle. The total height is  $73.5$ . The outer diameter is  $\phi 94.5$ . The inner hole has a diameter of  $\phi 60$ . The part is symmetrical about the vertical centerline.

**Front View:** Shows the front profile of the part. The total height is  $73.5$ . The outer diameter is  $\phi 94.5$ . The inner hole has a diameter of  $\phi 60$ . The part is symmetrical about the vertical centerline.

**Dimensions:**

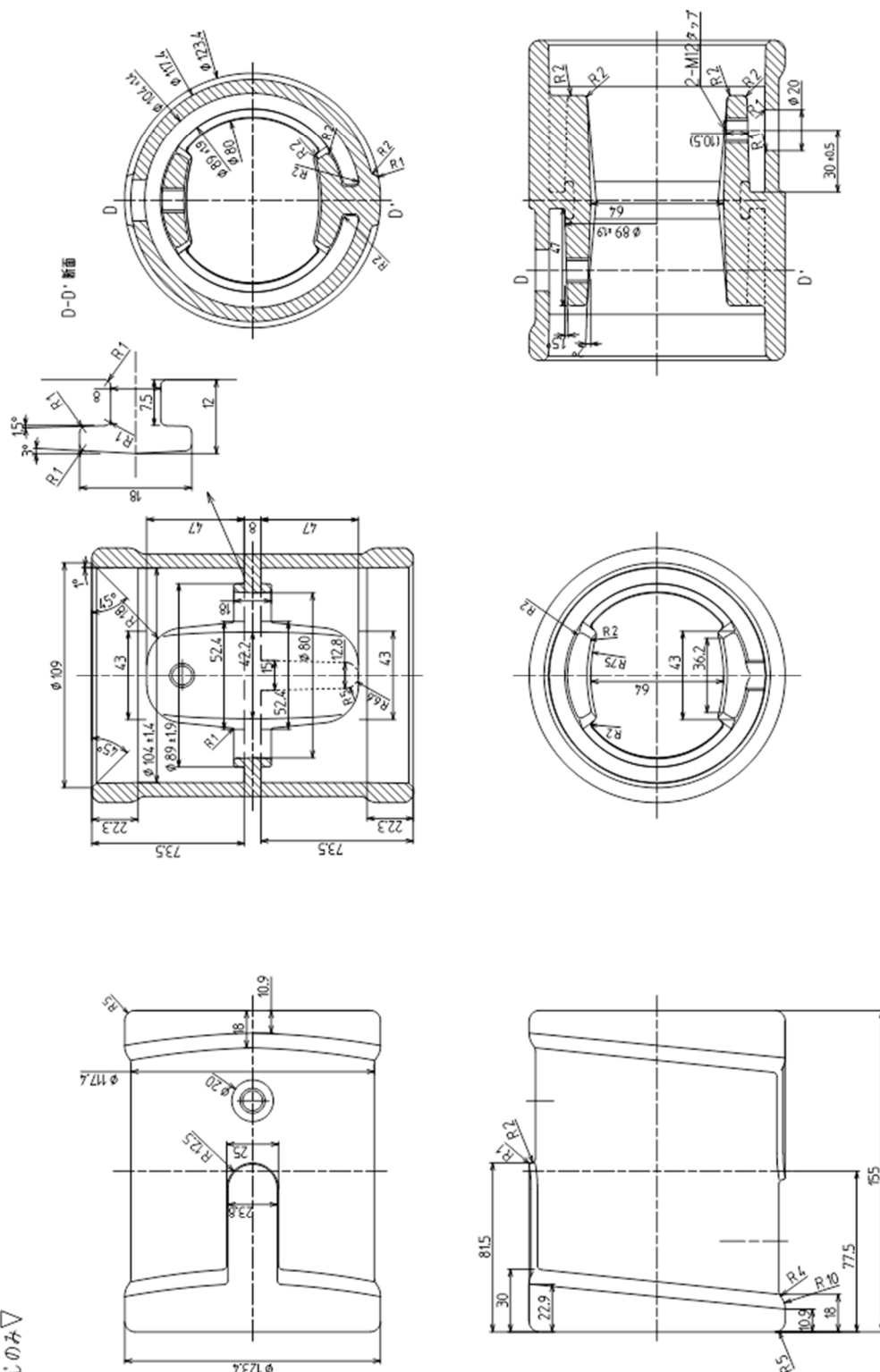
- Outer diameter:  $\phi 109.3$
- Inner hole diameter:  $\phi 60$
- Flange thickness:  $12.8$
- Flange outer diameter:  $\phi 94.5$
- Flange inner diameter:  $\phi 60$
- Flange height:  $73.5$
- Flange width:  $52.4$
- Flange radius:  $R12.8$
- Flange chamfer:  $0.5 \times 45^\circ$
- Flange hole diameter:  $\phi 60$
- Flange hole position:  $30 \pm 0.5$
- Flange hole diameter:  $\phi 60$
- Flange hole position:  $30 \pm 0.5$
- Flange hole diameter:  $\phi 60$
- Flange hole position:  $30 \pm 0.5$
- Flange hole diameter:  $\phi 60$
- Flange hole position:  $30 \pm 0.5$

[illegible][illegible]

|                                 |                                                   |    |    |    |       |           |                  |            |            |                          |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|----|----|----|-------|-----------|------------------|------------|------------|--------------------------|
| 東京機械工業の発展<br>東京機械工業会<br>東京機械工業会 |                                                   | 記号 | 日付 | 内容 | 訂正・格印 | 番 号<br>承認 | 製 品 名<br>製 図 部 分 | 尺 寸<br>材 質 | 数 量<br>図 数 | FCM27-05<br>鋼管肉厚 14.2 適用 |
| 実                               | 鋼 (T) 0.025 ± 0.1<br>ST 0.1 ± 0.2<br>GT 0.1 ± 0.2 | △  |    |    |       |           |                  | 1/2        | 図          |                          |
| 実                               | 鋼 (T) 0.025 ± 0.1<br>ST 0.1 ± 0.2<br>GT 0.1 ± 0.2 | △  |    |    |       |           |                  | 1/2        | 図          |                          |
| 実                               | 鋼 (T) 0.025 ± 0.1<br>ST 0.1 ± 0.2<br>GT 0.1 ± 0.2 | △  |    |    |       |           |                  | 1/2        | 図          |                          |
| 実                               | 鋼 (T) 0.025 ± 0.1<br>ST 0.1 ± 0.2<br>GT 0.1 ± 0.2 | △  |    |    |       |           |                  | 1/2        | 図          |                          |

9

～、ねじのみ▽



[illegible][illegible]

| 記号 | 日付 | 内容 | 訂正 | 格印 | 番<br>号 | 部<br>品<br>名 | 日<br>付 | 材<br>質 | F0C627-05 | 数<br>量 | 通<br>用            |
|----|----|----|----|----|--------|-------------|--------|--------|-----------|--------|-------------------|
| ①  |    |    |    |    | 承認     | 検図          |        | R      |           |        | 鋼板肉厚 13.5、14.5 通用 |
| ②  |    |    |    |    |        | 製図          | 阪谷     | 1/2    |           | 図      | パイプフィット 114.3     |
| ③  |    |    |    |    |        |             |        |        |           | 図書     |                   |
| ④  |    |    |    |    |        |             |        | 三角法    |           |        |                   |

11



## 1. 5 接合部の仕様

### (1) 接合方法

材料供給会社（補強材加工会社）において補強材の端部にスリットとボルト孔のパンチャー加工を施しておき、現場において、継手側の突起に補強材側のスリットを嵌合させ、継手と補強材固定のため継手側のねじ孔及び補強材側のボルト孔にボルトをねじ込み、下材・上材を接合する。接合方法を図 1-1.8 に、継手と加工済みの補強材を写真 1-1.2 に示す。

また、嵌合部の断面詳細を図 1-1.9 に示す。

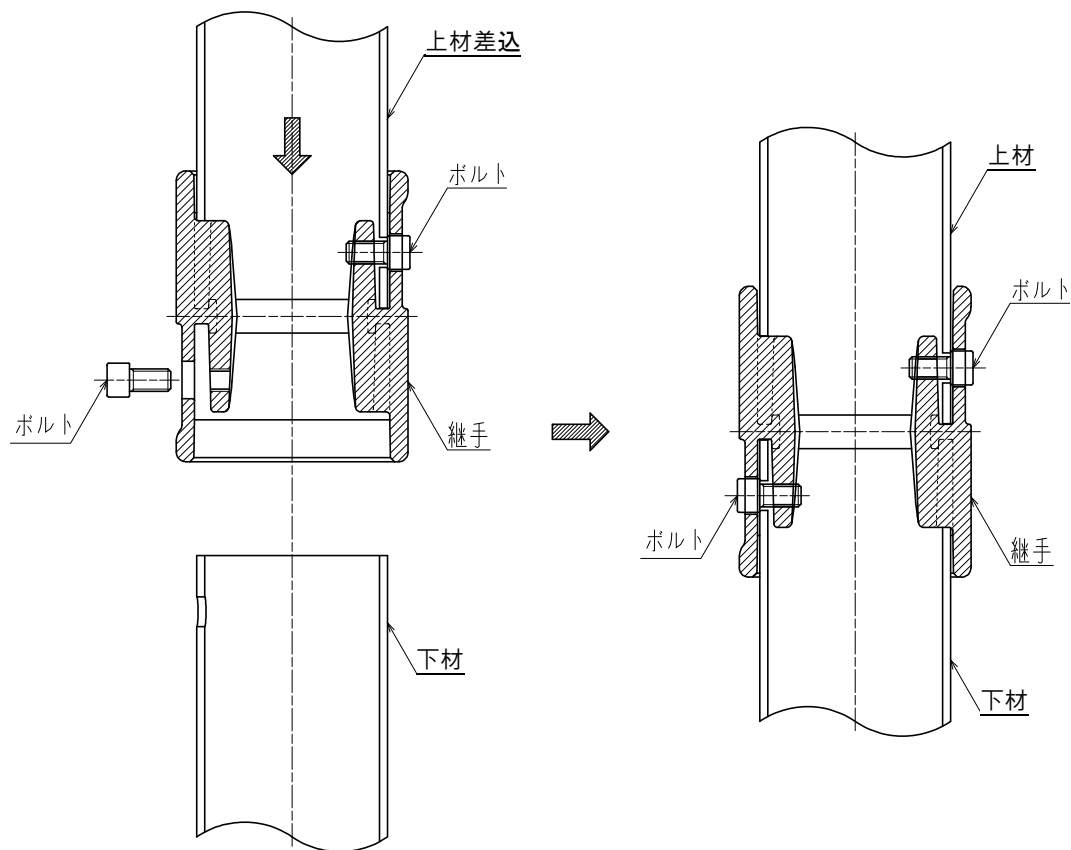


図 1-1.8 接合方法（断面図）

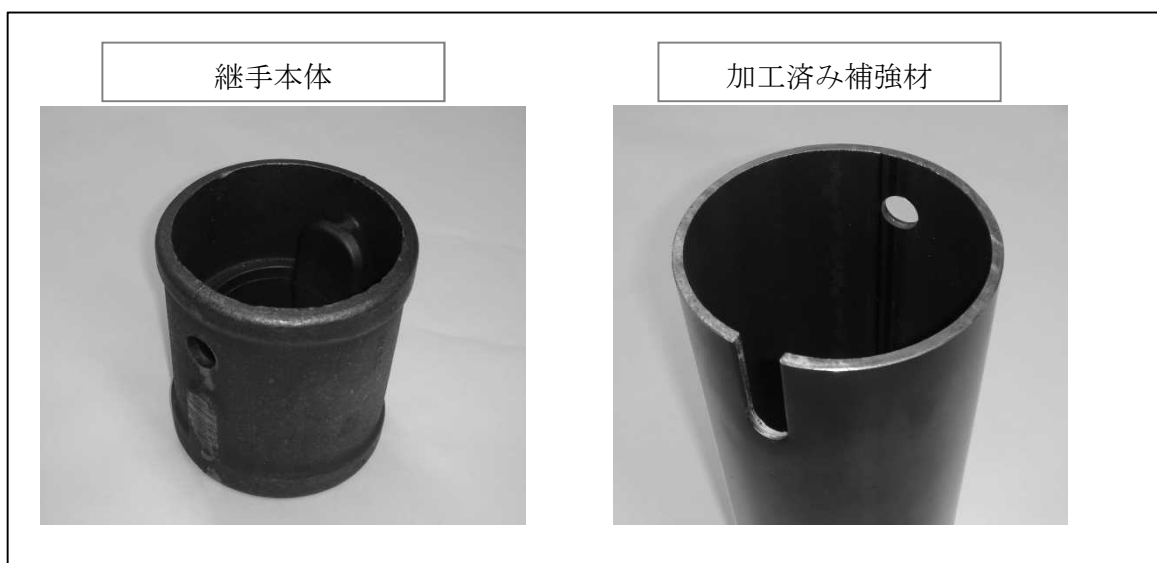


写真 1-1.2 継手と加工済み補強材

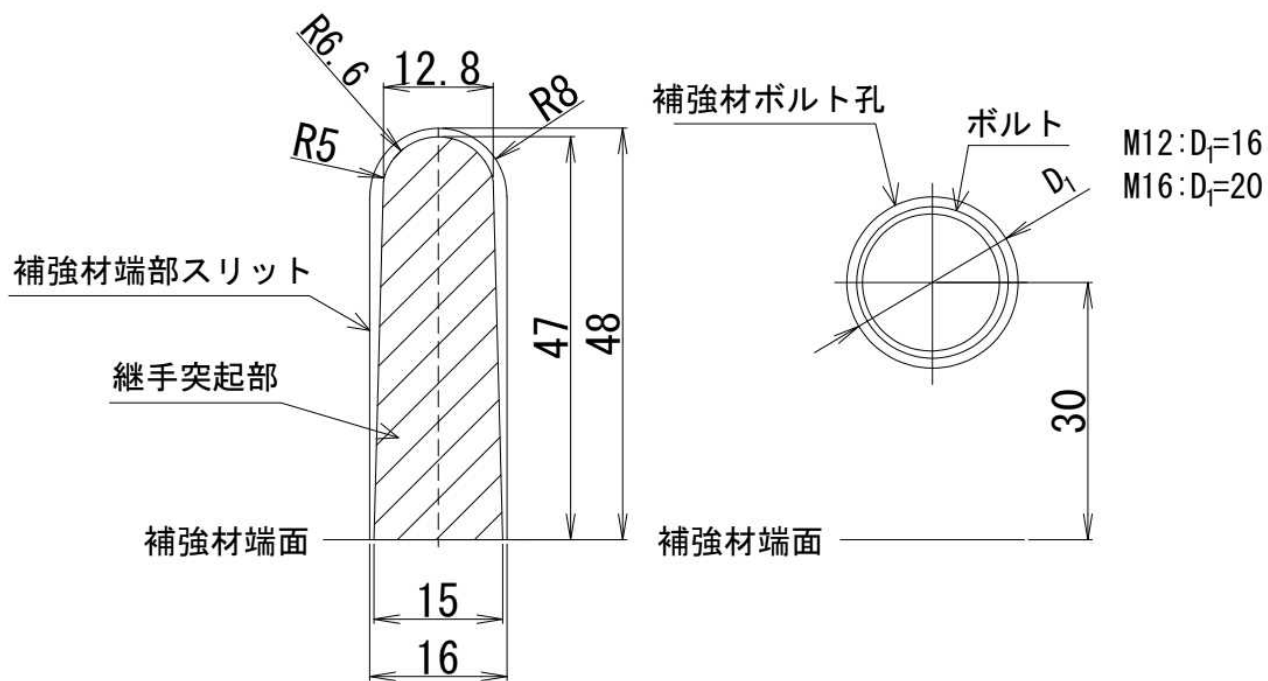


図 1-1.9 嵌合部の断面詳細

※図 1-1.9 に示すように、継手突起部の全長 47mm に対し、補強材のスリット部を 48mm とし、1mm の余裕を持たせている。また、M12 ボルトに対し補強材ボルト孔を 16mm、M16 ボルトに対し補強材ボルト孔 20 mm とし、直径で 4mm の余裕を持たせることにより、確実に補強材の端部が補強材端面受部に設置されるよう考慮している。

(2) 接合材料（締め付けボルト）

・ JIS B 1176 六角穴付きボルト (SCM435)

## 1. 6 パイルフィット継手を有する補強材の許容圧縮耐力

パイルフィット継手を有する補強材の長期及び短期許容圧縮耐力を、表 1-1.6 に示す。

表 1-1.6 パイルフィット継手を有する補強材の長期及び短期許容圧縮耐力

| 鋼管材質   | 補強材外径<br>(mm) | 補強材厚さ<br>(mm) | 継手品番   | 許容圧縮耐力 $P_{ca}$ (kN) |     |
|--------|---------------|---------------|--------|----------------------|-----|
|        |               |               |        | 長期                   | 短期  |
| STK400 | 89.1          | 4.2           | D89.1  | 176                  | 263 |
|        | 101.6         | 4.0           | D101.6 | 192                  | 288 |
|        |               | 4.2           |        | 201                  | 302 |
|        | 114.3         | 3.5           | D114.3 | 191                  | 286 |
|        |               | 4.5           |        | 243                  | 365 |
|        | 139.8         | 4.5           | D139.8 | 300                  | 449 |
| STK490 | 89.1          | 3.5           | D89.1  | 204                  | 306 |
|        | 101.6         | 3.5           | D101.6 | 234                  | 351 |
|        | 114.3         | 3.5           | D114.3 | 264                  | 396 |
|        | 139.8         | 3.5           | D139.8 | 325                  | 487 |

註) 短期許容圧縮耐力は補強材の公称断面積に補強材の短期許容応力度を乗じて求めた値である。補強材設計の際には、補強材の公称値から腐食しろ(1mm)を差し引いて求めた断面積を用いるとともに、厚さ径比および長さ径比による低減を行うこととする。

### ・厚さ径比による低減

平成 13 年度国土交通省告示第 1113 号第八の第 1 項第八号に基づき、補強材の許容応力度に対して、次に掲げる式によって計算した低減係数を乗じるものとする。

$$R_c = 0.8 + 2.5 \frac{t - c}{r}$$

ここで、 $R_c$ ：低減係数， $t$ ：補強材厚さ(mm)， $c$ ：腐食しろ(mm)， $r$ ：補強材半径(mm)

### ・長さ径比による低減

補強材の長さ径比がある限界以上を示す場合については、次に掲げる式によって計算した  $b$  に相当する割合だけ補強材の許容応力度を低減する。

$$b = \frac{L}{d} - n$$

ここで、 $b$ ：低減係数(%)， $L/d$ ：補強材の長さ径比， $L$ ：補強材の長さ(m)，

$d$ ：補強材の外径(m)， $n$ ：許容圧縮耐力（応力度）を低減しなくてよい長さ径比の限界値で、地盤補強工法や地方公共団体により異なる。旧建設省通達（昭和 53 年、建住指・第 806 号）では、 $n=100$ 。

## 2. パイルフィット継手の圧縮・ねじり性能の検討

### 2. 1 圧縮性能の検討

パイルフィット継手を含む補強材の短期許容圧縮耐力の計算結果のまとめを表 1-2.1 に示す。なお、パイルフィット継手を含む補強材の長期許容圧縮耐力は、短期許容圧縮耐力の 1/1.5 とする。

表 1-2.1 パイルフィット継手及び補強材の短期許容圧縮耐力

| 鋼管材質   | 鋼管<br>外径<br>Do(mm) | 鋼管<br>肉厚<br>t(mm) | 鋼管<br>断面積<br>Ap(mm <sup>2</sup> ) | スリット部<br>断面積<br>As(mm <sup>2</sup> ) | 鋼管部の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>P <sub>0ca</sub> (kN) | 継手部の<br>短期許容<br>支圧耐力<br>P <sub>ja</sub> (kN) | 継手を含む<br>補強材の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>P <sub>ca</sub> (kN) |
|--------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| STK400 | 89.1               | 4.2               | 1120                              | 67.2                                 | 263                                           | 325                                          | 263                                                   |
|        | 101.6              | 4.0               | 1226                              | 64.0                                 | 288                                           | 359                                          | 288                                                   |
|        |                    | 4.2               | 1285                              | 67.2                                 | 302                                           | 376                                          | 302                                                   |
|        | 114.3              | 3.5               | 1218                              | 56.0                                 | 286                                           | 359                                          | 286                                                   |
|        |                    | 4.5               | 1552                              | 72.0                                 | 365                                           | 457                                          | 365                                                   |
|        | 139.8              | 4.5               | 1913                              | 72.0                                 | 449                                           | 569                                          | 449                                                   |
| STK490 | 89.1               | 3.5               | 941                               | 56.0                                 | 306                                           | 274                                          | 274                                                   |
|        | 101.6              | 3.5               | 1079                              | 56.0                                 | 351                                           | 316                                          | 316                                                   |
|        | 114.3              | 3.5               | 1218                              | 56.0                                 | 365                                           | 359                                          | 359                                                   |
|        | 139.8              | 3.5               | 1499                              | 56.0                                 | 487                                           | 446                                          | 446                                                   |

パイルフィット継手を含む補強材の短期許容圧縮耐力は、鋼管の短期許容圧縮耐力、ならびに継手部の短期許容圧縮耐力のうち、小さい方の値を採用するものとする。

$$P_{ca} = \text{Min}\{P_{0ca}, P_{ja}\}$$

$$P_{cas} = \text{Min}\{P_{0ca} \times 0.88, P_{ja}\}$$

ここに、 $P_{ca}$ ：パイルフィット継手を含む補強材の短期許容圧縮耐力(kN)

$P_{cas}$ ：STK490 鋼管のパイルフィット継手を含む補強材の短期許容圧縮耐力採用値(kN)

$\text{Min}\{A, B\}$ ：A, B のうち小さい方の値

$P_{0ca}$ ：鋼管部の短期許容圧縮耐力(kN)

$P_{ja}$ ：継手部の短期許容圧縮耐力(kN)

STK490 鋼管について、

継手を含む補強材の短期許容圧縮耐力は、継手部の短期許容圧縮耐力の値で決定されるため、鋼管側での設計耐力にサイズ別での制限がかかることになる。全てのサイズで制限値をわかりやすくするため、 $P_{0ca} \leq P_{ja}$  となるように鋼管の短期許容圧縮耐力を一律 88% に低減した値を用いて  $P_{cas}$  を求めることとする（表 1-1.6 註記に示しているが腐食しろ 1mm を見込んだ設計をするため、設計上はその圧縮耐力の方が 88% に低減した圧縮耐力を下回る）。



表 1-2.2 鋼管材質 STK490 の補強材の短期許容圧縮耐力制限値検討（一律 88%）

| 鋼管<br>外径<br>Do(mm) | 鋼管<br>肉厚<br>t(mm) | 鋼管部の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>P <sub>0ca</sub> (kN) | 鋼管部の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>88%値<br>P <sub>0ca</sub> ×0.88<br>(kN) | 継手を含む<br>補強材の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>P <sub>ja</sub> (kN) | 継手を含む<br>補強材の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>採用値<br>P <sub>cas</sub> (kN) |
|--------------------|-------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 89.1               | 3.5               | 306                                           | 269                                                            | 274                                                   | 269                                                           |
| 101.6              | 3.5               | 351                                           | 309                                                            | 316                                                   | 309                                                           |
| 114.3              | 3.5               | 365                                           | 321                                                            | 359                                                   | 321                                                           |
| 139.8              | 3.5               | 487                                           | 429                                                            | 446                                                   | 429                                                           |

鋼管部、ならびに継手部の短期許容圧縮耐力の計算は、  
以下のように行った。

（１） 鋼管部の短期許容圧縮耐力

鋼管部の短期許容圧縮耐力は、次のように計算した。

$$P_{0ca} = f_{0c} \times A_p$$

ここに、 $P_{0ca}$ ：鋼管部の短期許容圧縮耐力(N)

$f_{0c}$ ：鋼管材料の短期許容圧縮応力度(N/mm<sup>2</sup>)

[ $=F=235$  N/mm<sup>2</sup>(STK400)]

$A_p$ ：鋼管の断面積(mm<sup>2</sup>)

（２） 継手部の許容圧縮耐力

継手部の短期許容圧縮耐力は、圧縮力による鋼管端面での支圧に着目し、  
次のように計算した。

$$P_{ja} = f_{jb} \times (A_p - A_s)$$

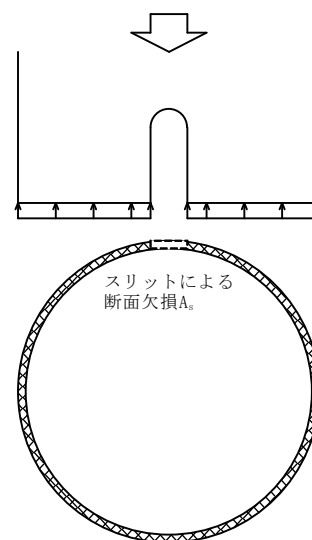
ここに、 $P_{ja}$ ：継手部の短期許容圧縮耐力(N)

$f_{jb}$ ：継手材料の短期許容支圧応力度(N/mm<sup>2</sup>)

[ $=(1.25 \times 1.5)F$  注 1,2)  $=1.875 \times 165 = 309$  N/mm<sup>2</sup>(FCMB27-05)]

$A_p$ ：鋼管の断面積(mm<sup>2</sup>)

$A_s$ ：鋼管スリット部の欠損断面積(mm<sup>2</sup>)



（３） 継手の寸法照査

継手部については、鋼管のスリット孔、ボルト孔などの寸法設定の妥当性を確認するため、スリット部の支圧、ボルト部のせん断に着目し、以下のような照査を行った。

①スリット部の支圧

圧縮力は、鋼管とスリット部の断面積比で配分されると仮定し、以下の式により照査した。

$$P_{jsa} = f_{jb} \times A_s > P_{sca}$$

ここに、 $P_{jsa}$ ：継手突起部の短期許容圧縮耐力(N)

$f_{jb}$ ：継手材料の短期許容支圧応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$$[(1.25 \times 1.5)F^{\text{注1,2)}}] = 1.875 \times 165$$

$$= 309 \text{ N/mm}^2 (\text{FCMB27-05})]$$

$f_{oc}$ ：鋼管材料の短期許容圧縮応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$$[F = 235 \text{ N/mm}^2 (\text{STK400})]$$

$A_p$ ：鋼管の断面積(mm<sup>2</sup>)

$A_s$ ：突起部と鋼管の接触面積(mm<sup>2</sup>)

$P_{sca}$ ：鋼管部スリット部の短期許容圧縮耐力(N)

$$[=f_{oc} \times A_s]$$

鋼管に接触する断面積に応じた  
圧縮力を負担すると仮定

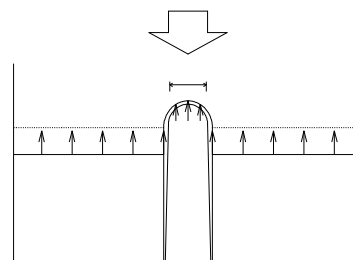


表 1-2.3 パイルフィット継手スリット部の寸法照査 (STK400)

| 鋼管<br>外径<br>$D_o(\text{mm})$ | 鋼管<br>肉厚<br>$t(\text{mm})$ | 鋼管<br>断面積<br>$A_p(\text{mm}^2)$ | 突起部と<br>鋼管の<br>接触面積<br>$A_s(\text{mm}^2)$ | スリット部<br>が負担<br>する力<br>$P_{sca}(\text{kN})$ | 継手突起部の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>$P_{jsa}(\text{kN})$ | 判定基準<br>[ $P_{jsa} > P_{sca}$ ] |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| 89.1                         | 4.2                        | 1120                            | 53.8                                      | 12.6                                        | 16.6                                           | OK                              |
| 101.6                        | 4.0                        | 1226                            | 51.2                                      | 12.0                                        | 15.8                                           | OK                              |
|                              | 4.2                        | 1285                            | 53.8                                      | 12.6                                        | 16.6                                           | OK                              |
| 114.3                        | 3.5                        | 1218                            | 44.8                                      | 10.5                                        | 13.8                                           | OK                              |
|                              | 4.5                        | 1552                            | 57.6                                      | 13.5                                        | 17.8                                           | OK                              |
| 139.8                        | 4.5                        | 1913                            | 57.6                                      | 13.5                                        | 17.8                                           | OK                              |

表 1-2.4 パイルフィット継手スリット部の寸法照査 (STK490)

| 鋼管<br>外径<br>$D_o(\text{mm})$ | 鋼管<br>肉厚<br>$t(\text{mm})$ | 鋼管<br>断面積<br>$A_p(\text{mm}^2)$ | 突起部と<br>鋼管の<br>接触面積<br>$A_s(\text{mm}^2)$ | スリット部<br>が負担<br>する力<br>$P_{sca}(\text{kN})$ | 継手突起部の<br>短期許容<br>圧縮耐力<br>$P_{jsa}(\text{kN})$ | 判定基準<br>[ $P_{jsa} > P_{sca}$ ] |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| 89.1                         | 3.5                        | 941                             | 44.8                                      | 12.8                                        | 13.8                                           | OK                              |
| 101.6                        | 3.5                        | 1079                            | 44.8                                      | 12.8                                        | 13.8                                           | OK                              |
| 114.3                        | 3.5                        | 1218                            | 44.8                                      | 12.8                                        | 13.8                                           | OK                              |
| 139.8                        | 3.5                        | 1499                            | 44.8                                      | 12.8                                        | 13.8                                           | OK                              |

スリット部が負担する力は、

継手を含む補強材の短期許容圧縮耐力採用値  $P_{cas}(\text{kN})$  で計算

## ②ボルト部のせん断

圧縮力は、鋼管とボルト孔部の断面積比で配分されると仮定し、以下の式により照査した。

$$P_{jba} = f_{ob} \times \alpha_b \times A_{eb} > P_{bca}$$

ここに、 $P_{jba}$ ：ボルトの短期許容せん断耐力(N)

$f_{ob}$ ：ボルトの短期許容せん断応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$$[=F^{\text{注2)}}/\sqrt{3}=1100/\sqrt{3}=635\text{N/mm}^2(12.9)]$$

$\alpha_b$ ：ボルトのせん断面の数(=2)

$A_{eb}$ ：ボルトの有効断面積(mm<sup>2</sup>)

$$[=84.3\text{ mm}^2(\text{M12})], [=157\text{ mm}^2(\text{M16})]$$

$f_{oc}$ ：鋼管材料の短期許容圧縮応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$$[=F=235\text{N/mm}^2(\text{STK400})]$$

$A_{pb}$ ：ボルトと鋼管の接触面積(mm<sup>2</sup>)

$P_{bca}$ ：鋼管ボルト孔部の短期許容圧縮耐力(N)

$$[=f_{oc} \times A_{pb}]$$

鋼管に接触する断面積に応じた  
圧縮力を負担すると仮定

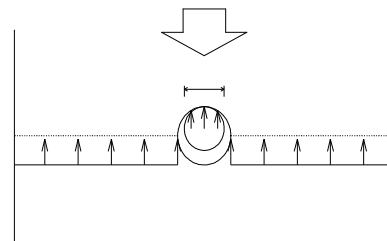


表 1-2.5 パイルフィット継手ボルト部の寸法照査

| 鋼管材質   | 鋼管<br>外径<br>D <sub>0</sub> (mm) | 鋼管<br>肉厚<br>t(mm) | 鋼管<br>断面積<br>A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> ) | ボルトと鋼管<br>の接触面積<br>A <sub>pb</sub> (mm <sup>2</sup> ) | ボルト孔部<br>が負担<br>する力<br>P <sub>bca</sub> (kN) | ボルトの<br>短期許容<br>せん断耐力<br>P <sub>jba</sub> (kN) | 判定基準<br>[P <sub>jba</sub> ><br>P <sub>bca</sub> ] |
|--------|---------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| STK400 | 89.1                            | 4.2               | 1120                                           | 50.4                                                  | 11.8                                         | 107                                            | OK                                                |
|        | 101.6                           | 4.0               | 1226                                           | 48.0                                                  | 11.3                                         | 107                                            | OK                                                |
|        |                                 | 4.2               | 1285                                           | 50.4                                                  | 11.8                                         | 107                                            | OK                                                |
|        | 114.3                           | 3.5               | 1218                                           | 42.0                                                  | 9.9                                          | 107                                            | OK                                                |
|        |                                 | 4.5               | 1552                                           | 54.0                                                  | 12.7                                         | 107                                            | OK                                                |
|        | 139.8                           | 4.5               | 1913                                           | 72.0                                                  | 16.9                                         | 199                                            | OK                                                |
| STK490 | 89.1                            | 3.5               | 941                                            | 42.0                                                  | 13.7                                         | 107                                            | OK                                                |
|        | 101.6                           | 3.5               | 1079                                           | 42.0                                                  | 13.7                                         | 107                                            | OK                                                |
|        | 114.3                           | 3.5               | 1218                                           | 42.0                                                  | 13.7                                         | 107                                            | OK                                                |
|        | 139.8                           | 3.5               | 1499                                           | 56.0                                                  | 18.2                                         | 199                                            | OK                                                |

注1) 許容支圧応力度の考え方は、国土交通省告示第 1024 号の「ボルトまたはリベットによって接合される鋼材等のボルト又はリベットの軸部分に接触する面に支圧が生じる場合、その他これに類する場合」に準じるものとした。

注2) FCMB27-05, SCM435 強度区分 12.9 の許容応力度は国土交通省告示第 2464 号に示されていないが、保証降伏点を F 値とした。

## 2. 2 ねじり性能の検討

パイルフィット継手を含む補強材の短期許容トルクの計算結果のまとめを表 1-2-6 に示す。なお、パイルフィット継手を含む補強材の長期許容トルクは、短期許容圧縮トルクの 1/1.5 とする。

パイルフィット継手 D139.8 では、従来仕様であるボルト M12 では  $[T_{0a} > T_{ja}]$  となるため、 $[T_{0a} < T_{ja}]$  を満たすようにボルトサイズ M16 を用いる。

表 1-2.6 パイルフィット継手を含む補強材の短期許容トルク

| 鋼管<br>材質 | 鋼管<br>外径<br>$D_o(\text{mm})$ | 鋼管<br>肉厚<br>$t(\text{mm})$ | 断面二次<br>モーメント<br>$I(\text{cm}^4)$ | 鋼管部の<br>短期許容<br>トルク<br>$T_{0a}$<br>( $\text{kN} \cdot \text{m}$ ) | 継手部の短期許容トルク                                        |                                                     |                                                                                  | 継手を含む<br>補強材の<br>短期許容<br>トルク<br>$T_a$<br>( $\text{kN} \cdot \text{m}$ ) |
|----------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|          |                              |                            |                                   |                                                                   | 突起部<br>$T_{jta}$<br>( $\text{kN} \cdot \text{m}$ ) | ボルト部<br>$T_{jba}$<br>( $\text{kN} \cdot \text{m}$ ) | 合計<br>$T_{ja}$<br>[ $=T_{jta}+$<br>$T_{jba}$ ]<br>( $\text{kN} \cdot \text{m}$ ) |                                                                         |
| STK400   | 89.1                         | 4.2                        | 101.2                             | 6.13                                                              | 5.08                                               | 4.54                                                | 9.63                                                                             | 6.13                                                                    |
|          | 101.6                        | 4.0                        | 146.3                             | 7.78                                                              | 5.84                                               | 5.22                                                | 11.1                                                                             | 7.78                                                                    |
|          |                              | 4.2                        | 152.7                             | 8.12                                                              | 5.83                                               | 5.21                                                | 11.0                                                                             | 8.12                                                                    |
|          | 114.3                        | 3.5                        | 187.1                             | 8.84                                                              | 6.63                                               | 5.93                                                | 12.6                                                                             | 8.84                                                                    |
|          |                              | 4.5                        | 234.3                             | 11.1                                                              | 6.57                                               | 5.88                                                | 12.4                                                                             | 11.1                                                                    |
|          | 139.8                        | 4.5                        | 438.2                             | 16.9                                                              | 8.10                                               | 13.5                                                | 21.6                                                                             | 16.9                                                                    |
| STK490   | 89.1                         | 3.5                        | 86.35                             | 7.25                                                              | 5.12                                               | 4.58                                                | 9.71                                                                             | 7.25                                                                    |
|          | 101.6                        | 3.5                        | 129.9                             | 9.57                                                              | 5.87                                               | 5.25                                                | 11.1                                                                             | 9.57                                                                    |
|          | 114.3                        | 3.5                        | 187.1                             | 12.2                                                              | 6.63                                               | 5.93                                                | 12.6                                                                             | 12.2                                                                    |
|          | 139.8                        | 3.5                        | 348.3                             | 18.6                                                              | 8.16                                               | 13.6                                                | 21.7                                                                             | 18.6                                                                    |

パイルフィット継手を含む補強材の短期許容トルクは、鋼管の短期許容トルク、ならびに継手部の短期許容トルクのうち、小さい方の値を採用するものとする。

$$T_a = \text{Min}\{T_{0a}, T_{ja}\}$$

ここに、 $T_a$ ：パイルフィット継手を含む補強材の短期許容トルク( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )

$\text{Min}\{A, B\}$ ：A, B のうち小さい方の値

$T_{0a}$ ：鋼管部の短期許容トルク( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )

$T_{ja}$ ：継手部の短期許容トルク( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )

ただし、改定 2 で追加する STK490 鋼管については、STK400 で確認できているトルクまでに制限して使用することとする。

鋼管部、ならびに継手部の短期許容トルクの計算は、以下のように行った。

### (1) 鋼管部の短期許容トルク

鋼管部の短期許容トルクは次のように計算した。

$$T_{0a} = f_{0s} \times Z_{0t}$$

ここに、 $T_{0a}$ ：鋼管部の短期許容トルク (N・mm)

$f_{0s}$ ：鋼管材料の短期許容せん断応力度(N/mm<sup>2</sup>)

$$[=F/\sqrt{3}=235/\sqrt{3}=135\text{N/mm}^2(\text{STK400})]$$

$Z_{0t}$ ：鋼管のねじり断面係数(mm<sup>3</sup>)  $[=I/(D_o/4)]$

$I$ ：鋼管の断面二次モーメント(mm<sup>4</sup>)

$D_o$ ：鋼管の外径(mm)

## (2) 継手部の短期許容トルク

継手部の短期許容トルクは、以下に示す①継手の突起部で伝達される短期許容トルクと、②継手のボルト部で伝達される短期許容トルクが、単純累加されるものとして算出した。

$$T_{ja}=T_{jta}+ T_{jba}$$

ここに、 $T_{ja}$ ：継手部の短期許容トルク(kN・m)

$T_{jta}$ ：継手の突起部で伝達される短期許容トルク(kN・m)

$T_{jba}$ ：継手のボルト部で伝達される短期許容トルク(kN・m)

### ①鋼管スリット部でせん断される継手の突起部の短期許容トルク

継手の突起部の短期許容トルクは次のように計算した。

$$T_{jta}=(f_{js} \times \alpha \times A_{je}) \times (r-t/2)$$

ここに、 $T_{jta}$ ：継手突起部の短期許容トルク(N・mm)

$f_{js}$ ：継手の短期許容せん断応力度 $[=F^{\text{注1}}/\sqrt{3}=165/\sqrt{3}=95\text{N/mm}^2]$

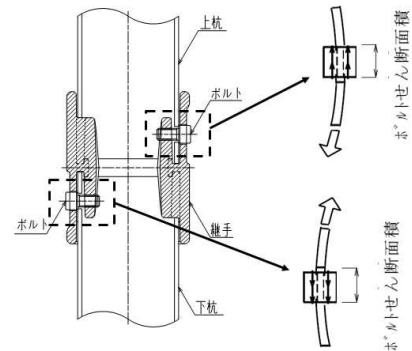
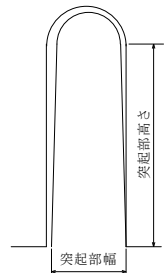
$\alpha$ ：せん断面の数(=2)

$A_{je}$ ：突起部の有効せん断面積

(=突起部幅×突起部高さ+R 部面積) $[=630\text{mm}^2]$

$r$ ：鋼管の半径(mm)

$t$ ：鋼管板厚(mm)



### ②鋼管開口部でせん断される継手のボルトの短期許容トルク

継手のボルトの短期許容トルクは次のように計算した。

$$T_{jba}=(f_{0b} \times \alpha_b \times A_{eb}) \times (r-t/2)$$

ここに、 $T_{jba}$ ：ボルトの短期許容トルク(N・mm)

$f_{0b}$ ：ボルトの短期許容せん断応力度(N/mm<sup>2</sup>)

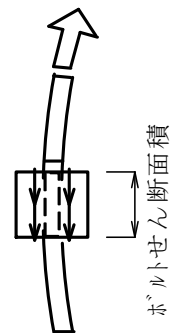
$$[=F^{\text{注1}}/\sqrt{3}=1100/\sqrt{3}=635\text{N/mm}^2(12.9)]$$

$\alpha_b$ ：ボルトのせん断面の数(=2)

$A_{eb}$ ：ボルトの有効断面積(mm<sup>2</sup>)

$r$ ：鋼管の半径(mm)

$t$ ：鋼管板厚(mm)



注 1)FCMB27-05, SCM435 強度区分 12.9 の許容応力度は国土交通省告示第 2464 号に示されていないが、保証降伏点を F 値とした。

## Ⅱ.パイルフィット継手部品の製造要領・加工要領

## 1. 継手部品の製造要領および品質管理

パイルフィット継手と補強材の加工においては、まず、パイルフィット継手を「パイルフィット継手の製造要領」に従い、鋳造及び機械加工により製造する。

補強材端部のスリット及びボルト孔を、「補強材の加工要領」に従い、補強材加工会社にてパイルフィット継手工法専用の補強材加工機を使用して加工する。パイルフィット継手の製造及び加工フローを、図 2-1.1 に示す。

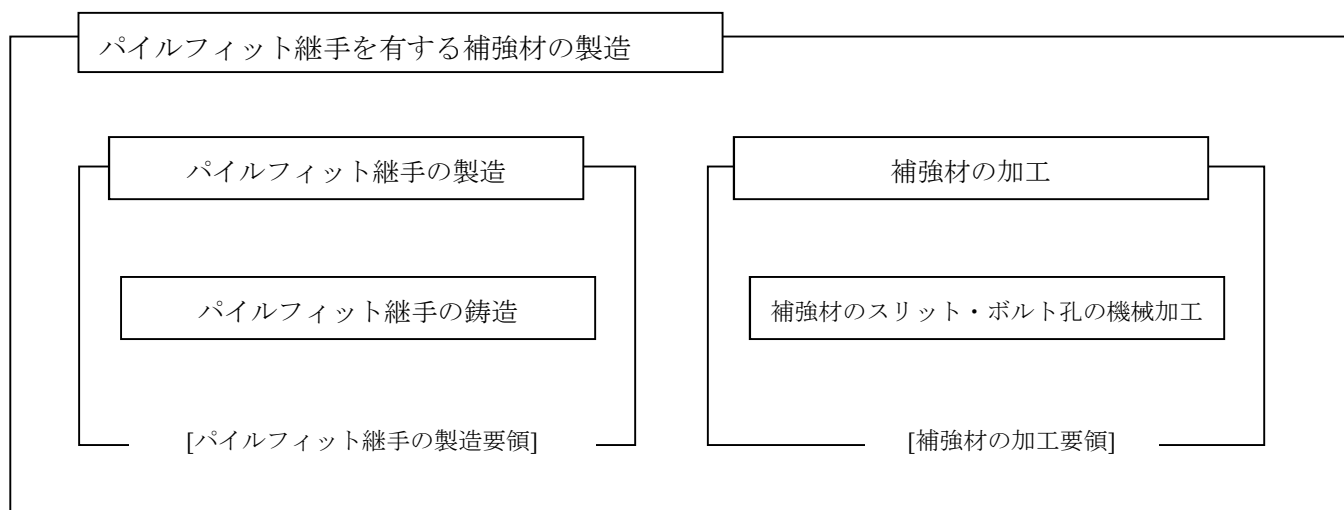


図 2-1.1 パイルフィット継手を有する補強材の製造及び施工フロー

## 2. 補強材の加工要領

### 2. 1 加工者

パイルフィット継手用の補強材の加工は、日本製鉄グループ・東尾メック株式会社が認めた加工会社にて本要領に示された加工及び品質管理を行うこととする。

### 2. 2 加工方法

パイルフィット継手用補強材加工機を使用し、補強材に加工を施すこととする。  
パイルフィット継手用の補強材の加工方法を、図 2-2.1 に示す。

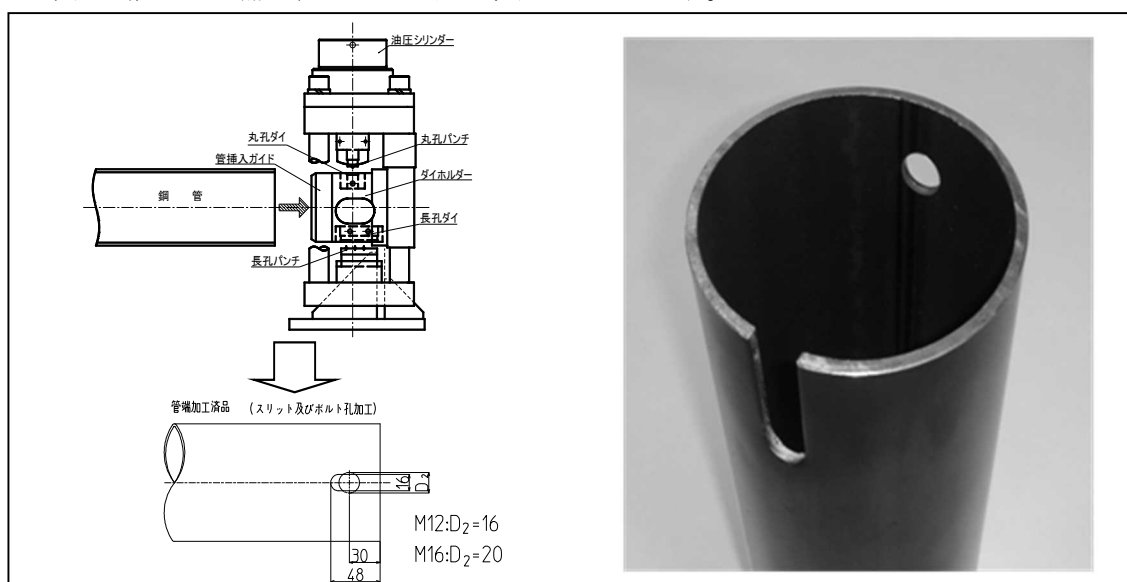


図 2-2.1 パイルフィット継手用の補強材の加工方法

### 2. 3 加工材料

JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管 STK400

- D89.1×4.2mm
- D101.6×4.0mm
- D101.6×4.2mm
- D114.3×3.5mm
- D114.3×4.5mm
- D139.8×4.5mm

STK490

- D89.1×3.5mm
- D101.6×3.5mm
- D114.3×3.5mm
- D139.8×3.5mm

### 2. 4 加工形状

パイルフィット継手用の補強材の加工形状を図 2-2.2 に示す。また、補強材の両端に加工を施す場合の加工形状を図 2-2.3 に示す。

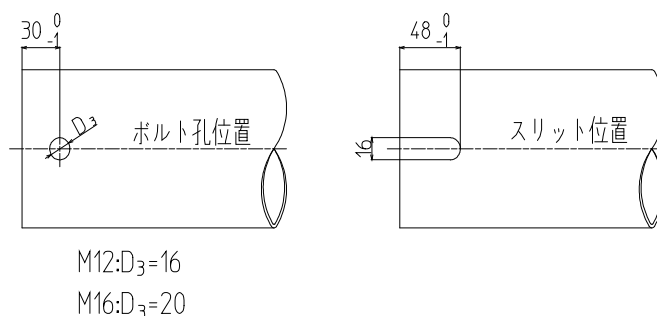


図 2-2.2 パイルフィット継手用の補強材の加工形状



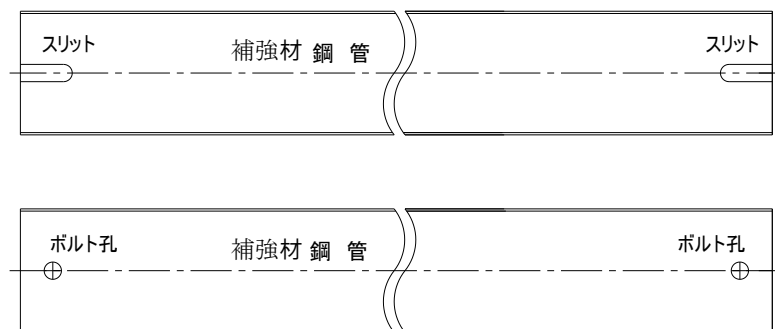


図 2-2.3 補強材の両端に加工を施す場合の加工形状  
(同軸線上に加工)

## 2. 5 加工工程及び管理項目

パイルフィット継手用の補強材の加工および流通のフローを、表 2-2.1 に示す。

表 2-2.1 パイルフィット継手用補強材の加工および流通のフロー

| 工程                 | 管理項目                                                                                           |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 補強材受入            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・材質</li> <li>・寸法（外径・肉厚・長さ）</li> <li>・外観</li> </ul>      |
| ② 継手受入             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観</li> <li>・数量</li> </ul>                             |
| ③ 加工機セッティング        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・設置場所</li> <li>・加工機用油圧ポンプと本体の接続</li> </ul>              |
| ④ 補強材の予備加工         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・直角切断（傾斜切り 2° 以下、段切れ無きこと）</li> <li>・バリ・カエリ除去</li> </ul> |
| ⑤ 補強材のパンチャー加工      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・スリット孔・ボルト孔加工（管端面からの加工位置）</li> </ul>                    |
| ⑥ 鋼管加工外観検査<br>挿入確認 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観（作業開始時と必要に応じて、継手を用い確認を行うこと）</li> </ul>               |
| ⑦ 結束               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・注文数に応じて結束</li> </ul>                                   |
| ⑧ 保管               |                                                                                                |
| ⑨ 出荷               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・寸法（外径・肉厚・長さ）</li> <li>・数量</li> <li>・外観</li> </ul>      |

### Ⅲ. パイルフィット継手を有する補強材の 設計施工要領

# 1. 設計要領

## 1. 1 補強材の仕様

本工法に使用する補強材は以下の通りとする。

材質：JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管 STK400 STK490

寸法：表 3-1.1 による。

表 3-1.1 パイルフィット継手工法に使用する補強材の寸法・断面性能

| 鋼管<br>材質 | 外径<br>D<br>(mm) | 厚さ<br>T<br>(mm) | 単位質量<br>W<br>(kg/m) | 断面積<br>A<br>(cm <sup>2</sup> ) | 断面 2 次モーメント<br>I<br>(cm <sup>4</sup> ) | 断面係数<br>Z<br>(cm <sup>3</sup> ) | 断面 2 次半径<br>i<br>(cm) |
|----------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| STK400   | 89.1            | 4.2             | 8.79                | 11.20                          | 101.2                                  | 22.7                            | 3.01                  |
|          | 101.6           | 4.0             | 9.63                | 12.26                          | 146.3                                  | 28.8                            | 3.45                  |
|          |                 | 4.2             | 10.09               | 12.85                          | 152.7                                  | 30.1                            | 3.45                  |
|          | 114.3           | 3.5             | 9.56                | 12.18                          | 187.1                                  | 32.7                            | 3.92                  |
|          |                 | 4.5             | 12.2                | 15.52                          | 234.3                                  | 41.0                            | 3.89                  |
|          | 139.8           | 4.5             | 15.0                | 19.13                          | 438.2                                  | 62.7                            | 4.79                  |
| STK490   | 89.1            | 3.5             | 7.39                | 9.41                           | 86.4                                   | 19.4                            | 3.03                  |
|          | 101.6           | 3.5             | 8.47                | 10.79                          | 129.9                                  | 25.6                            | 3.47                  |
|          | 114.3           | 3.5             | 9.56                | 12.18                          | 187.1                                  | 32.7                            | 3.92                  |
|          | 139.8           | 3.5             | 11.76               | 14.99                          | 348.3                                  | 49.8                            | 4.82                  |

## 1. 2 継手の仕様

### (1) パイルフィット継手の材質

JIS G 5705 可鍛鋳鉄品 FCMB275-5 (黒心可鍛鋳鉄)

表 3-1.2 に機械的性質に関する JIS 規格値を示す。

表 3-1.2 JIS G5705 FCMB275-5 規格値 (機械的性質)

| 種類  | 引張強さ<br>N/mm <sup>2</sup> 以上 | 0.2%耐力<br>N/mm <sup>2</sup> 以上 | 伸び<br>%以上 | 硬さ (参考値)<br>HB |
|-----|------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|
| 規格値 | 275                          | 165                            | 5         | 150 以下         |

### (2) 締付けボルトの品質および寸法

ボルトの規格：JIS B 1176 (六角穴付きボルト) M12 × 20, M16 × 25

材質：JIS G 4053 (機械構造用合金鋼鋼材) SCM435

強度区分：12.9

ボルトの寸法を表 3-1.3、形状を図 3-1.1、仕様を表 3-1.4 に示す。

表 3-1.3 ボルトの寸法

| 呼び径 | $dk$<br>(mm) | ピッチ $p$<br>(mm) | $k$<br>(mm) | $L$<br>(mm) | $e$<br>(mm) | $s$<br>呼び<br>(mm) |
|-----|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| M12 | 18.00        | 1.75            | 12.00       | 20.00       | 11.43       | 10                |
| M16 | 24.00        | 2.00            | 16.00       | 25.00       | 16.00       | 14                |

図 3-1.1 六角穴付きボルトの形状

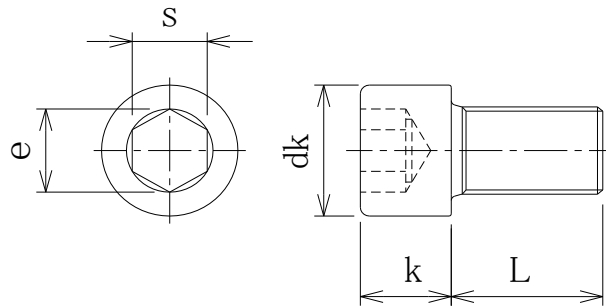


表 3-1.4 ボルトの仕様

| 強度区分 | 硬さ<br>HRC |    | ネジ精度     | 表面処理 |
|------|-----------|----|----------|------|
|      | 最小        | 最大 |          |      |
| 12.9 | 39        | 44 | JIS 5g6g | 黒染め  |

## (3) 継手の形状・寸法

継手部品の概要を写真 3-1.1 に示す。

継手の内径は、補強材の寸法許容誤差を考慮して設定した。

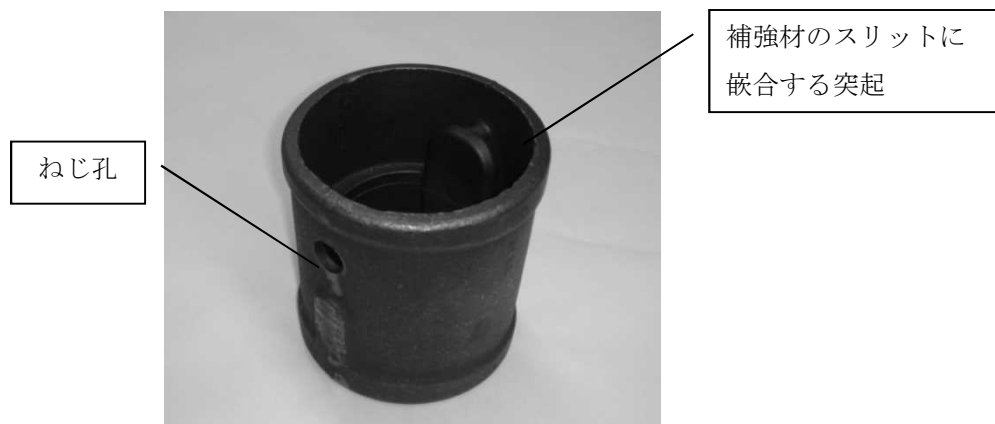


写真 3-1.1 継手部品の概要

## 1. 3 接合部の仕様

### (1) 接合方法

材料供給会社（補強材加工会社）において補強材の端部にスリットとボルト孔のパンチャー加工を施しておき、現場において、継手側の突起に補強材側のスリットを嵌合させ、継手と管固定のため継手側のねじ孔及び補強材側のボルト孔にボルトをねじ込み、下材・上材を接合する。

接合方法を図 3-1.2 に、継手と加工済みの補強材を写真 3-1.2 に示す。

また、嵌合部の断面詳細を図 3-1.3 に示す。

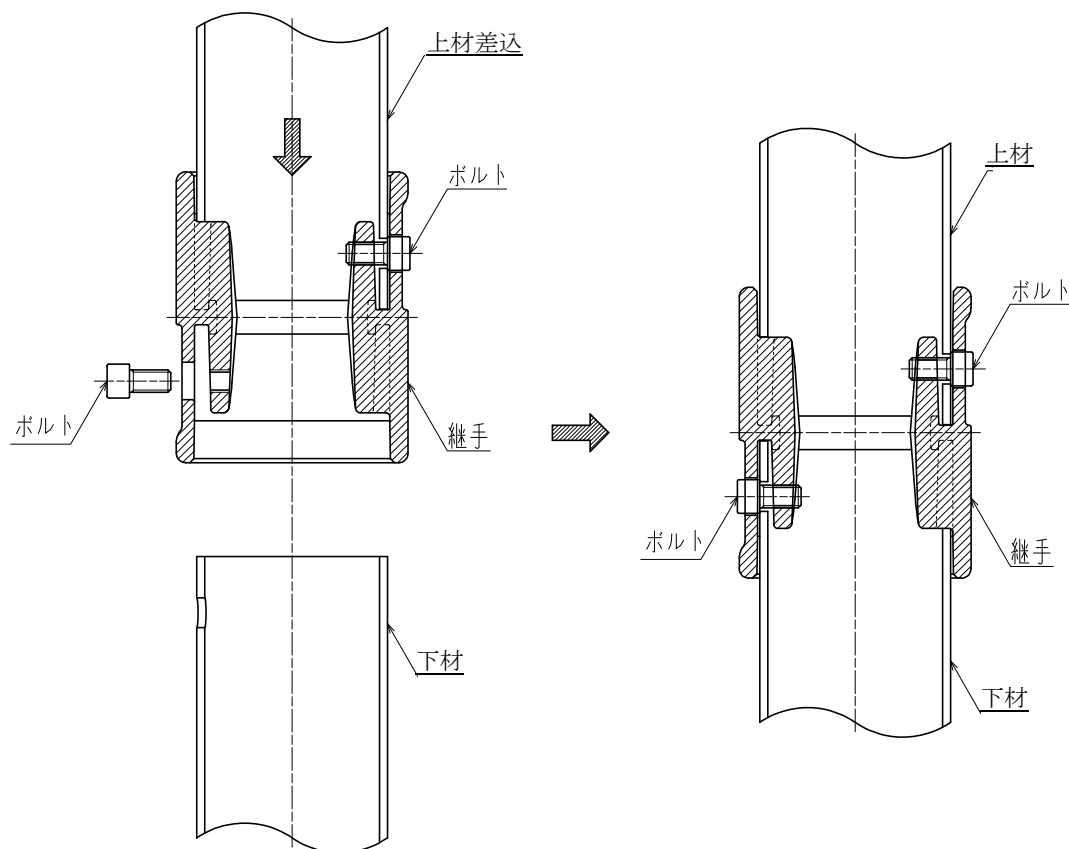


図 3-1.2 接合方法（断面図）

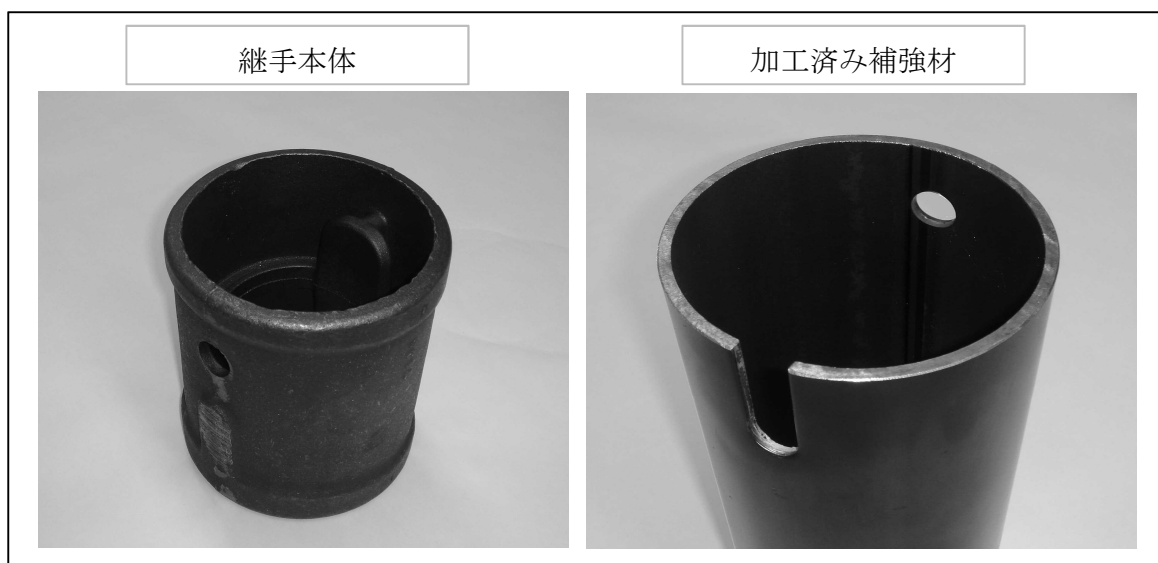


写真 3-1.2 継手と加工済み補強材

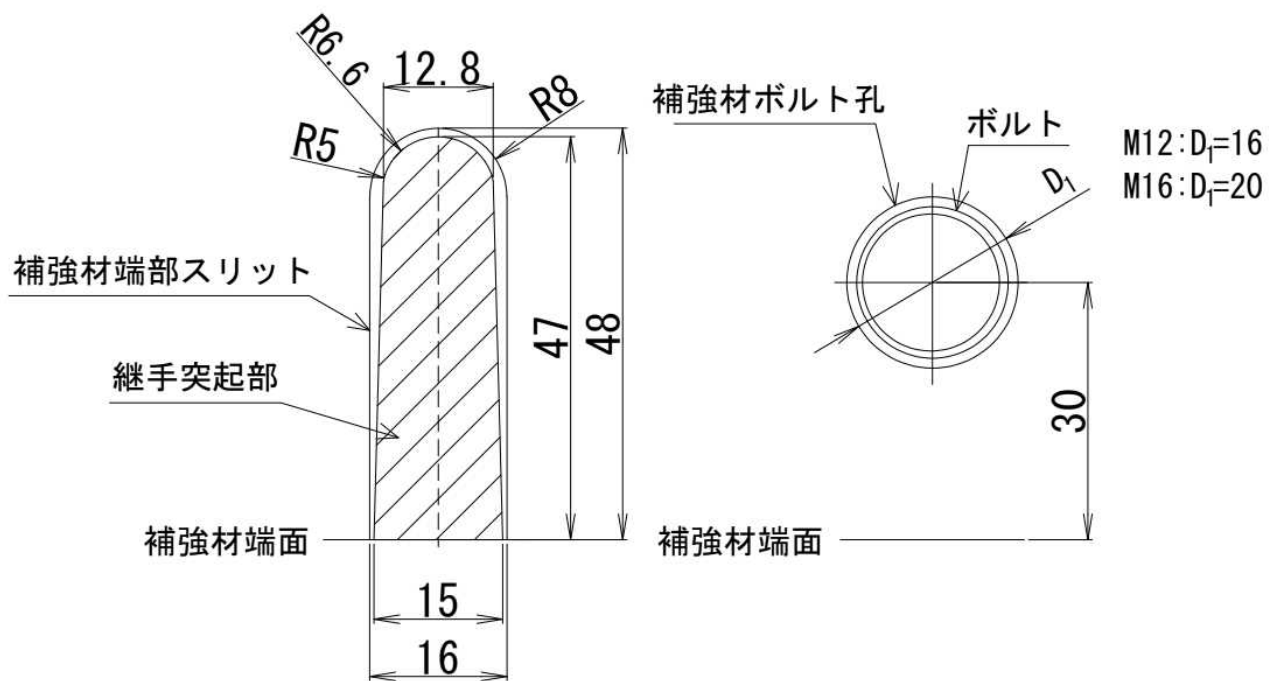


図 3-1.3 嵌合部の断面詳細

※図 3-1.3 に示すように、継手突起部の全長 47mm に対し、補強材のスリット部を 48mm とし、1mm の余裕を持たせている。また、M12 ボルトに対し補強材ボルト孔を 16mm、M16 ボルトに対し補強材ボルト孔 20 mm とし、直径で 4mm の余裕を持たせることにより、確実に補強材の端部が補強材端面受部に設置されるよう考慮している。

(2) 接合材料（締め付けボルト）

・ JIS B 1176 六角穴付きボルト (SCM435)

#### 1. 4 補強材の許容圧縮力

補強材の設計用の許容圧縮耐力  $N_a$  は式(3-1.1)により算定する。

$$N_a = P_{ca} \times \left(1 - \frac{b}{100}\right) = \frac{F \times R_c \times A_c}{F_s} \times \left(1 - \frac{b}{100}\right) \quad \dots \dots \dots \text{式 (3-1.1)}$$

ここに、 $P_{ca}$ ：腐食しろ  $c$  を考慮した補強材の許容圧縮耐力で、 $c=1\text{mm}$  の場合は表 3-1.5 による

$F$ ：補強材の基準強度(235N/mm<sup>2</sup>)、 $A_c$ ：腐食しろを考慮した補強材の断面積(mm<sup>2</sup>)

$F_s$ ：安全率で、短期許容耐力では 1、長期許容耐力では 1.5

$R_c$ ：厚さ径比による低減係数で、式(3-1.2)による

$b$ ：限界長さ径比  $n$  を超えた場合の低減係数で、式(3-1.3)による

表 3-1.5 パイルフィット継手を有する補強材の許容圧縮耐力 ( $c=1\text{mm}$  の場合)

| 鋼管材質   | 補強材外径<br>(mm) | 補強材厚さ<br>(mm) | 継手品番   | 許容圧縮耐力 $P_{ca}(\text{kN})$ |     |
|--------|---------------|---------------|--------|----------------------------|-----|
|        |               |               |        | 長期                         | 短期  |
| STK400 | 89.1          | 4.2           | D89.1  | 129                        | 194 |
|        | 101.6         | 4.0           | D101.6 | 135                        | 203 |
|        |               | 4.2           |        | 145                        | 218 |
|        | 114.3         | 3.5           | D114.3 | 123                        | 184 |
|        |               | 4.5           |        | 179                        | 268 |
|        | 139.8         | 4.5           | D139.8 | 214                        | 321 |
| STK490 | 89.1          | 3.5           | D89.1  | 135                        | 203 |
|        | 101.6         | 3.5           | D101.6 | 153                        | 229 |
|        | 114.3         | 3.5           | D114.3 | 170                        | 255 |
|        | 139.8         | 3.5           | D139.8 | 205                        | 307 |

$$Rc = 0.8 + 2.5 \frac{t-c}{r} \quad \dots \dots \dots \text{式 (3-1.2)}$$

ここに、 $Rc$ ：低減係数， $t$ ：補強材厚さ(mm)， $c$ ：腐食しろ(mm)， $r$ ：補強材半径(mm)

$$b = \frac{L}{d} - n \quad \dots \dots \dots \text{式 (3-1.3)}$$

ここに、 $b$ ：低減係数(%)， $L/d$ ：補強材の長さ径比， $n$ ：長さ径比の限界値（通常 100）  
 $L$ ：補強材の長さ(m)， $d$ ：補強材の外径(m)

### 1. 5 補強材の許容鉛直支持力

地盤で決まる鉛直支持力を算定する場合には、補強材径より突出した継手部による地盤の乱れを配慮して、補強材の先端形状や施工法に関わらず、継手から上部の補強材の周面摩擦抵抗を考慮しない。  
(図 3-1.4 参照)

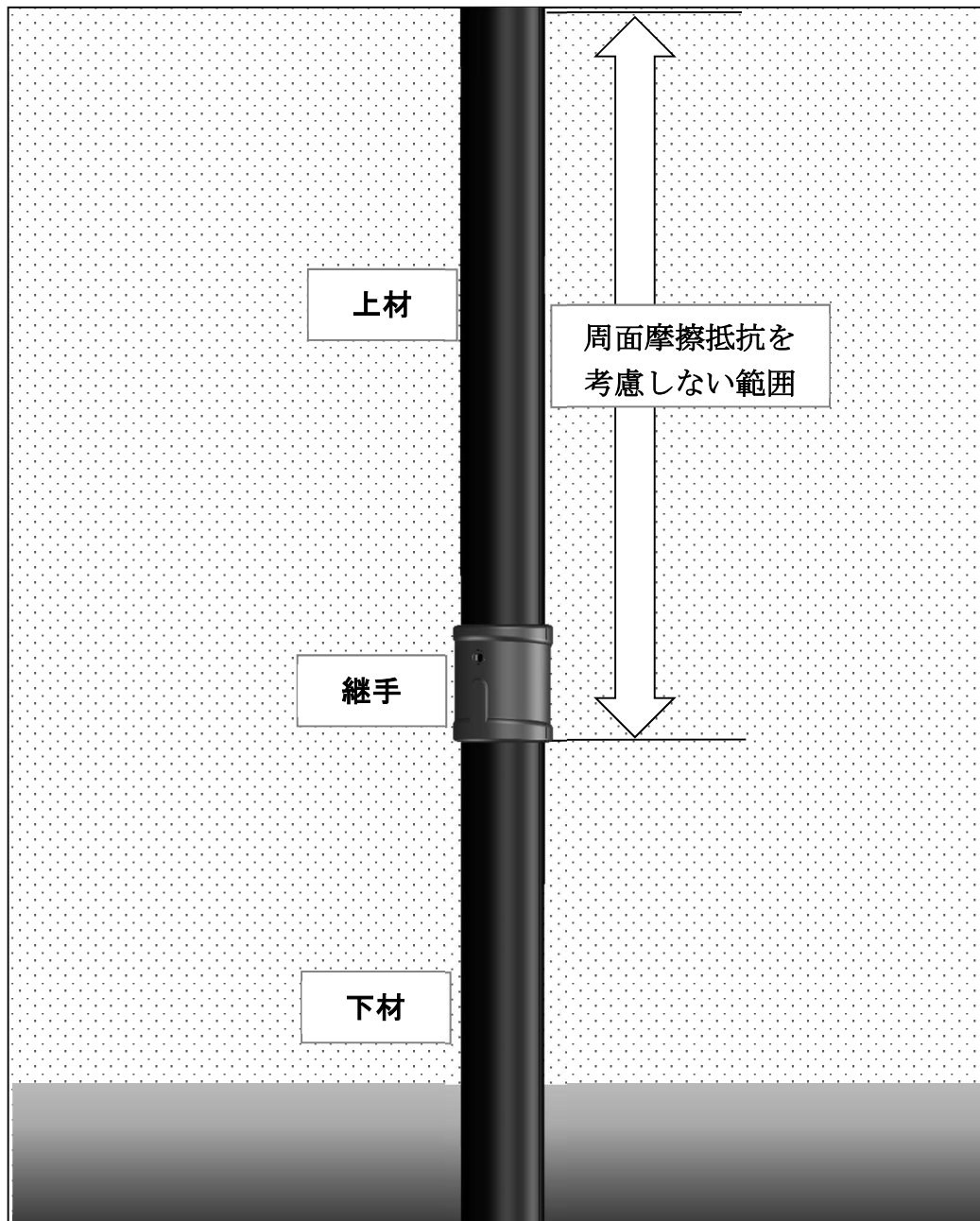


図 3-1.4 周面摩擦抵抗を考慮しない範囲





### (3) 上材打設

- ・ 接合された補強材を圧入・回転圧入・回転貫入により打設する。

※ なお、回転圧入・回転貫入工法については、施工中の機械出力トルクが補強材材料の短期許容トルクを超えないように管理する。施工機械にトルク計が装備されていない場合には、機械最大出力トルクが施工する補強材材料の短期許容トルク以下の施工機械を使用する。

STK490 鋼管については、STK400 で確認できているトルクまでに制限して使用する。

よって、施工時のトルク管理値は表 3-2.1 に記載の数値とする。

表 3-2.1 パイルフィット継手を含む補強材の短期許容トルク管理値

| 鋼管<br>材質 | 鋼管<br>外径 | 鋼管<br>肉厚 | 鋼管部の<br>短期許容<br>トルク | 施工時の<br>トルク管理値 |
|----------|----------|----------|---------------------|----------------|
| STK400   | 89.1     | 4.2      | 6.1                 | 6.1            |
|          | 101.6    | 4.0      | 7.8                 | 7.8            |
|          |          | 4.2      | 8.1                 | 8.1            |
|          | 114.3    | 3.5      | 8.8                 | 8.8            |
|          |          | 4.5      | 11.1                | 11.1           |
|          | 139.8    | 4.5      | 16.9                | 16.9           |
| STK490   | 89.1     | 3.5      | 7.2                 | 6.1            |
|          | 101.6    | 3.5      | 9.6                 | 8.1            |
|          | 114.3    | 3.5      | 12.2                | 11.1           |
|          | 139.8    | 3.5      | 18.6                | 16.9           |

パイルフィット継手を有する補強材の施工概要図を図 3-2.2 に、施工要領書を図 3-2.3 に、パイルフィット継手工法 施工指導要領を図 3-2.4 示す。

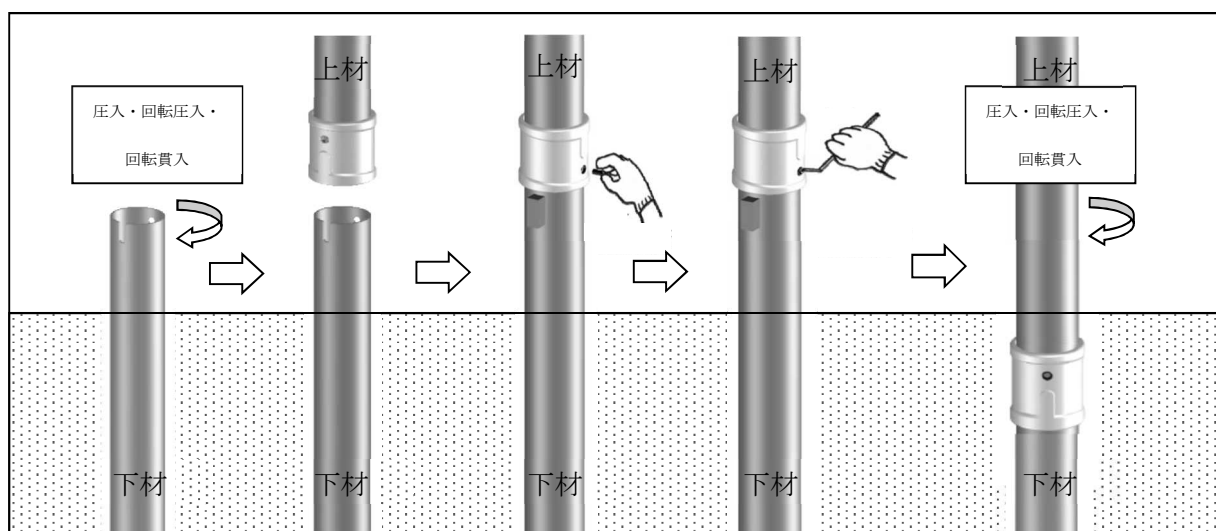


図 3-2.2 パイルフィット継手を有する補強材の施工概要図

## 継手施工要領書

### ①施工時の注意点

⚠ 変形、汚れに注意してください。



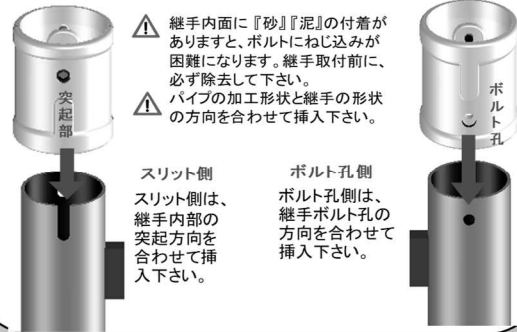
⚠ 施工前に、鋼管や加工部の変形が無いことを確認ください。変形がありますと、手順通りに施工できない場合があります。

⚠ 回転コマは、鋼管の『内』/『外』のどちらに取付けても可能です。ただし、取付位置は継手に干渉しない位置に取付けて下さい。  
内コマ：継手内部と干渉しない位置、外コマ：鋼管端部より80mm以上

## ⚠ 施工前に必ずお読み下さい。

### ②鋼管への取付け方向

⚠ 向きに注意してください。



⚠ 継手内面に『砂』『泥』の付着がありますと、ボルトにねじ込みが困難になります。継手取付前に、必ず除去して下さい。

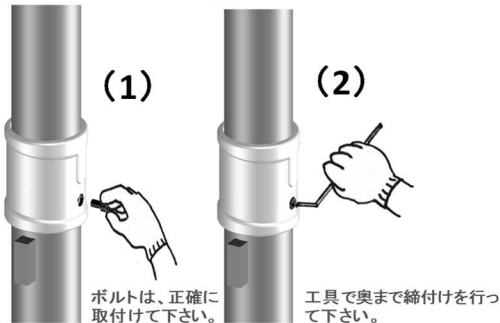
⚠ パイプの加工形状と継手の形状の方向を合わせて挿入下さい。

スリット側  
スリット側は、継手内部の突起方向を合わせて挿入下さい。

ボルト孔側  
ボルト孔側は、継手ボルト孔の方向を合わせて挿入下さい。

### ③ボルト締め付け

⚠ 締め不良は、所定の性能が出ません。



(1) ボルトは、正確に取付けて下さい。

(2) 工具で奥まで締め付けを行って下さい。

### ④完了確認

⚠ 異常が確認された場合は、再施工してください。



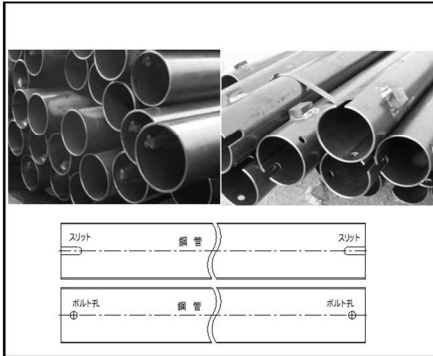
⚠ ボルトの確認  
『挿入不足』  
『ガタつき』  
『欠落』  
等が無い  
か確認下さい。

⚠ ボルトが、正確に奥まで締め込み出来ている事を確認下さい。

図 3-2.3 施工要領書

## パイルフィット継手工法 施工指導要領

### ～材料供給会社～



- ・鋼管端部のスリット及びボルト孔、回転コマは、あらかじめ材料供給会社にて加工後、施工現場へ配送することとなり、回転コマの位置に関しては材料供給会社と協議の上、決定する。
- ・鋼管の両端に加工を要する場合は、同軸線上に加工すること。左図参照のこと。

※回転コマは、鋼管の『内』/『外』のどちらに取り付けても可能。  
ただし、取付位置は継手に干渉しない位置で、接合の妨げにならないように取り付けること。

※回転コマ取付位置 内コマ→継手内部と干渉しない位置  
外コマ→鋼管端部より80mm以上

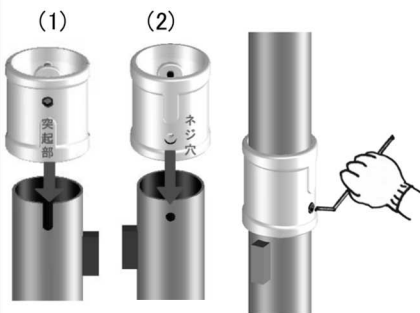
### ～施工現場～



- 部材搬入時、キズや変形が起こらないように荷降ろしする。
- 部材の荷降ろし後、鋼管・継手の数や加工部に変形がないことを確認する。
- 施工要領書、予備ボルトを受け取る。



- 下材を圧入・回転圧入・回転貫入により打設する。
- 下材の定尺長さの圧入・貫入が完了したことを確認する。
- ※下材打設の際、鋼管加工部が変形しない様に注意すること。
- ※なお、回転圧入・回転貫入については、施工中の機械出力トルクが鋼管材料の短期許容トルクを超えないように管理する。
- ※施工機械にトルク計が装備されていない場合には、機械最大出力トルクが施工する鋼管材料の短期許容トルク以下の施工機械を使用する。



- 鋼管の加工形状と継手の形状の方向を合わせ、挿入する。
- (1) 鋼管スリット側は、継手内部の突起方向に合わせる。
- (2) ボルト孔側は、継手ねじ孔の方向に合わせる。
- ※継手内部に『砂』『泥』『小石』等、異物が無いことを確認してから、鋼管を挿入すること。
- ボルトは、正確に奥まで締め付けること。(トルク管理は不要)
- ※ボルトの『挿入不足』『ガタつき』『欠落』等が無いことを確認すること。
- ※ボルトが正確に奥まで締まりできているか、確認すること。



- 接合された鋼管を圧入・回転圧入・回転貫入により打設する。
- ※なお、回転圧入・回転貫入については、施工中の機械出力トルクが鋼管材料の短期許容トルクを超えないように管理する。  
(STK490は表3-2.1に記載のトルク管理値で管理する)
- ※施工機械にトルク計が装備されていない場合には、機械最大出力トルクが施工する鋼管材料の短期許容トルク以下の施工機械を使用する。  
(STK490は表3-2.1に記載のトルク管理値以下)

図 3-2.4 パイルフィット継手工法 施工指導要領