

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.10 (1978) No.4

接着剤を使用した鋼管の拡管継手工法
Pipe Expanding Joint Using Adhesive

鴨井 悠(Yutaka Kamoi) 明石 均(Hitoshi Akashi) 井上 末富(Suetomi Inoue)

要旨：

工場建設に関連して布設する電力および弱電線路等の保護管は、地盤沈下を考慮した十分な強度を有するものでなければならない。当社で開発した「拡管装置」を用いた鋼管接合法と従来からの接合法とを比較検討した結果、弱電線路保護管には今回新たに開発した「接着剤を使用した拡管継手工法」がソケット継手（ネジ継手）以上の強度を有することはもちろん、作業性も良く経済的に非常に有利な工法であることがわかり、当社千葉製鉄所の第6高炉を中心とする西工場の軟弱地盤における上記保護管の布設時に本工法を採用した。

Synopsis：

A protection pipe for electric wires needs sufficient strength in consideration of possible ground settlement. The new pipe expanding joint using adhesive has proved to be strong and economical enough for the protection of pipe in the recently reclaimed land at West Plant of Chiba Works, showing much higher strength than the conventional socket joint. The end of protection pipe is satisfactorily expanded with a portable expansion device developed by Kawasaki Steel Corp.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

接着剤を使用した鋼管の拡張継手工法

Pipe Expanding Joint Using Adhesive

鴨 井 悠*

Yutaka Kamoi

明 石 均**

Hitoshi Akashi

井 上 末 富***

Suetomi Inoue

Synopsis:

A protection pipe for electric wires needs sufficient strength in consideration of possible ground settlement. The new pipe expanding joint using adhesive has proved to be strong and economical enough for the protection of pipe in the recently reclaimed land at West Plant of Chiba Works, showing much higher strength than the conventional socket joint. The end of protection pipe is satisfactorily expanded with a portable expansion device developed by Kawasaki Steel Corp.

1. はじめに

当社千葉製鉄所の第6高炉を中心とした西工場建設に関連して布設する電力および弱電線路の管路計画にあたり、強度、経済性について、在来接合法と当社で開発した「拡張装置」を用いた種々接合法を比較検討した結果、電力用管路には溶接法を、弱電線路用管路には接着剤を使用した拡張継手工法を採用した。

ここでは、接着剤を使用した拡張継手工法に関する各種試験結果と施工法の一部を紹介する。

2. 保護管の必要条件と在来接合法

電線、ケーブル等の保護管は

- (1) 内面が滑らかであること
- (2) 十分な強度を有すること

(3) 引入方向が制約されないこと

(4) 腐蝕防止が施こされていること

等が不可欠である。管内面に突起があればケーブルシースや絶縁層を痛め、地絡事故や時には3相短絡という大事故をも起こしかねない。引入方向については、引入作業周辺の状況変化により予定方向への延線が困難な場合があるためである。

今回、管そのものは防蝕、内面仕上げ等に十分信頼のおけるプラスチックライニング鋼管（川鉄規格KPP）を使用することにした。KPPは外面を高密度ポリエチレンで覆い、内面にはフェノール系エポキシを塗布したものである。

現在広く使われている鋼管の接合法には図1に示す5種類があるが、電線、ケーブル等の保護管の接合には、(a)ソケット継手(ネジ継手)、(b)スリーブ溶接継手、(c)ベル&スピゴット溶接継手が主に用いられる。また、(d)バックリング溶接継手はリングの加工と段取りに手間がかかる等経済

* 千葉製鉄所設備部設備技術室

** エンジニアリング事業部建設技術部パイプライン・水道技術室

*** エンジニアリング事業部建設技術部構造技術センター
〔原稿受付12月1日原稿受付〕

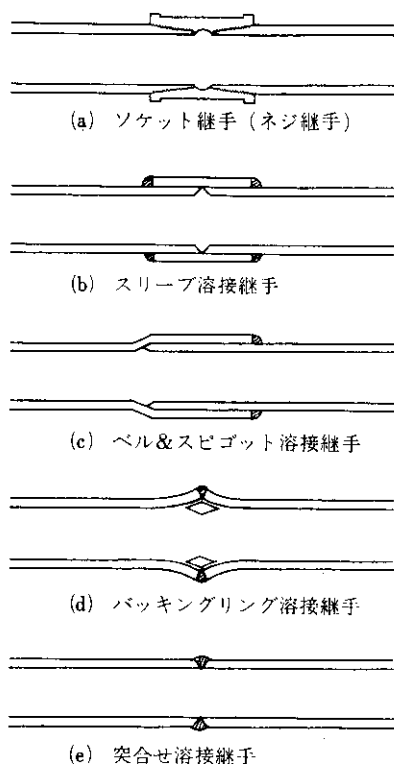


図1 各種在来継手の形状

的な面から、(e)突合せ溶接継手は内面に突起が出る恐れがある等から敬遠されている。しかし、(a)~(c)についてそれぞれ次のような問題をかかえている。(a)はネジ部の母管断面積減少により引張強度、曲げ応力に弱い。(b)はスリーブが特別注文であるため高価であるほか、母管公差を吸収できない場合がある。また溶接が2箇所と他の溶接継手法の倍となる。(c)は拡張した短管を溶接し内外面をグラインダーにて仕上げる工場製作であり、防

蝕加工が複雑なため鋼管そのものが高価である。

3. 接着剤による拡張接合法

当社で開発した拡張装置は図2に示すように押し型が割り型を通して鋼管を押し広げるもので、小型であるため長尺管でも容易に拡張加工ができる。なお装置の詳細、加工性、拡張部の強度等は既に報告¹⁾している。

この拡張装置を用いれば、前述したベル&スピゴット溶接継手がかかえていた問題を克服できるとともに次のようなメリットがある。

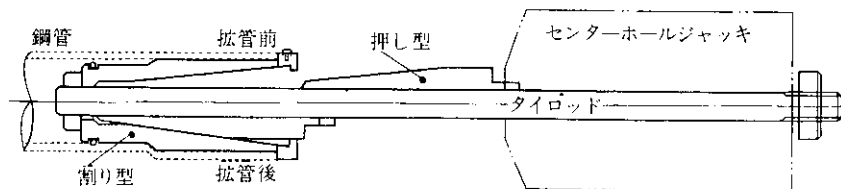
- (1) 短時間で、しかも簡単な操作で防蝕加工管も綺麗な仕上がりが得られる。
- (2) 必要に応じ拡張径の微調整が可能である。
- (3) 工場製作された拡張管の場合、輸送途中における変形が懸念されるが、現場加工であるためその心配がない。

この拡張装置を用いることによりベル&スピゴット溶接継手は容易にできるが、溶接継手とした場合溶接電源が必要であること、多条布設時下側面の溶接がしにくいこと、熟練溶接工が必要であること等から、さらに経済的な方法を追求した結果、溶接に代わるものとして最近進歩の著しい接着剤を用いることに着目した。

4. 接着剤と接着長さの決定

4.1 接着剤

代表的な接着剤メーカー4社より本目的に合致しそうな接着剤計7種類を選び、その接着剤の標



概略寸法(mm): 1000×300×300

重 量(kg): 50以下

図2 拡張装置構造

準工法に基づき図3のような試験体を作り、50t材料試験機にて圧縮荷重をかけ接着剤の性能を知る予備試験を行った。

試験結果は表1のとおりで、これにより接着剤は最大荷重の最も大きいFとし各種試験を行った。なお、接着剤Fは接着後4～5hで90%、48h経過で100%強度となるものである。

4・2 接着長さ

最も経済的な接着長さを知るため、ソケット継手と拡張長さを変えた試験体について全断面引張試験、曲げ耐力試験を行った。全断面引張試験は図4に示す試験体を用い、50t材料試験機により行った(写真1参照)。その結果は表2のとおりで、

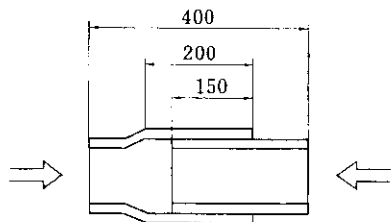


図3 圧縮せん断試験体形状

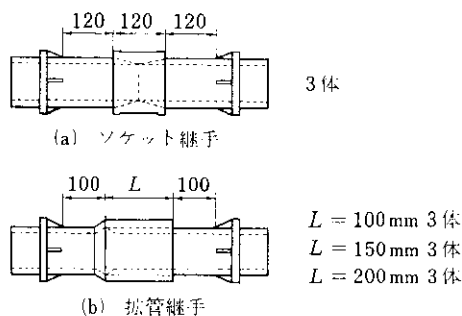


図4 全断面引張試験体形状

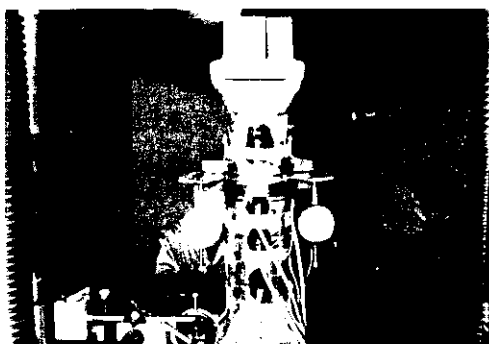


写真1 全断面引張試験状況

表1 圧縮せん断試験結果

種類	メーカー	形状	成分 (主剤、硬化剤)	配合比	塗布方法	最大荷重 (t)	せん断荷重 (kg/cm ²)
A	A	液状	エポキシ樹脂 チオコール	1:1	ハケ塗り	25.57	60.27
B	"	パテ状	ホリサルファイド チオコール	10:1	ヘラ "	2.63	6.23
C	B	"	エポキシ樹脂 ポリアミド樹脂	1:1	手 "	13.45	31.70
D	"	"	" "	4:1	ヘラ "	24.55	57.90
E	C	"	" "	9:1	"	27.50	64.87
F	"	"	" "	7:3	"	31.80	74.73
G	D	液状	エポキシ樹脂 ポリアミン	10:6	ハケ塗り	17.32	40.83

表2 全断面引張試験結果(3体平均値)

継手種類	拡張長さ L (mm)	接着長さ l (mm)	接着面積 S (cm ²)	引張耐力 Q (t)	引張せん断強度 Q/S (kg/cm ²)
ソケット継手	—	—	—	19.1	—
拡張継手	100	99.3	277	28.88	103.6
	150	149.3	416	33.25	79.6
	200	203.3	567	29.57	52.0

・破断後の実測値

ソケット継手は母管ネジ山の谷で破壊脱管し、拡張継手は接着剤と母管表面の引張せん断破壊で終局している。

拡張継手の引張耐力は、接着剤の引張せん断強度で決定されるが、接着面積すなわち接着長さ l ($\equiv$ 拡張長さ L)と引張耐力および引張せん断強度の関係は l には比例せず、特に引張せん断強度は反比例的減少を示す結果となった。

これは、接着剤のせん断強度が母管の降伏耐力に大きく影響されたものと考えられる。この理由として、 $L=100\text{mm}$ における $\tau=104\text{kg/cm}^2$ を用いて $L=150\text{mm}$ 、 $L=200\text{mm}$ の引張耐力を算定すると、母管の降伏耐力 34.8t を大きく上回る。したがって、接着剤の引張せん断強度から算出した引張耐力が母管の降伏耐力を越える過程において、せん断力とこれと直角方向の作用力(母管の軸方向ひずみに対して周方向ひずみ)が増加するため、接着面ではせん断とはく離による曲げ2軸応力状態となり、接着力が急激に低下したものと推察される。

次に曲げ耐力試験は図5に示す試験体を用い、50t材料試験機により载荷梁を介し、継手部およびその近傍の母管に純曲げが作用するよう実験し耐力を測定した(写真2参照)。その結果は表3のとおりで、拡張継手の $L=150\text{mm}$ 、 200mm では母管より見かけ上曲げ強度が大きくなっている。

両試験の結果から、 $L=150\text{mm}$ で十分な強度が得られることが確認された。

5. 水密性について

今回の工事に特に必要性はないが、最近注目を

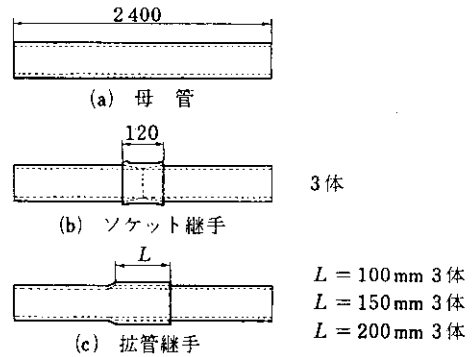


図5 曲げ耐力試験体形状

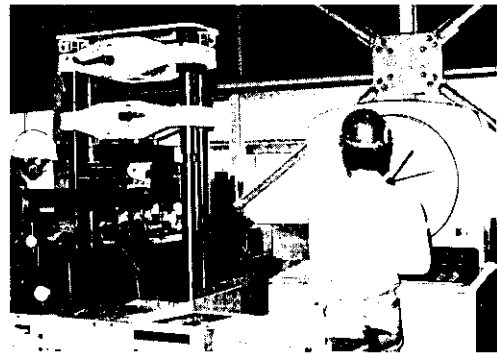


写真2 曲げ耐力試験状況

表3 曲げ耐力試験結果(3体平均値)

継手種類	拡張長さ L (mm)	最大曲げ荷重 P (t)	接着剤の クラック発生荷重 P_c (t)	P/P_c (母管)
(母管)	—	2.5	—	1.0
ソケット継手	—	1.512	—	0.6
拡張継手	100	2.478	1.383	0.99
	150	2.623	0.798	1.05
	200	2.861	2.2	1.14

集めているパイプ型ケーブルの布設や、液体、スラリー等の配管接合法として本工法が使用可能かどうか、接着剤による継手部のシール効果を把握するため、前述した接着剤と接着長さによる図6に示す試験体を造り水密性試験を行った。

試験は、写真3のように手動式水圧テストポンプにより 10kg/cm^2 ピッチで昇圧し、各段階にお

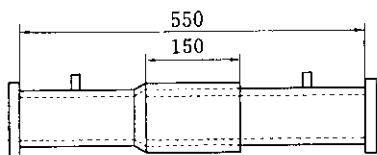


図6 水密性試験体形状

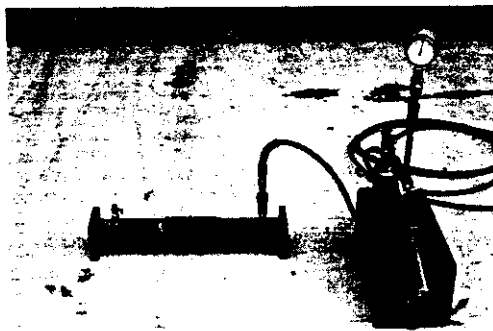


写真3 水密性試験状況

いて15min放置し漏水の有無を目視により観察した。装置の関係から水压 30 kg/cm^2 までしか加圧できなかったが、全試験体とも漏水は全く認められなかった。

6. 施 工

電話、計装、遠隔操作、データ伝送回線等いわゆる弱電線路の幹線延約48000mを本工法にて施工した。布設ルートは図7の破線で示すように第6高炉を囲む形で、最多布設条数は主配線盤のある送風機室出入口の42条である。平均的な布設断面を図8に示すが、1段は5条を限度とし、管中心間隔は200mmとした。本工事で実施した管端処理、接着剤塗布等工事標準寸法を図9に示す。

6・1 作業状況

現場における拡張作業、接着剤塗布、防蝕用熱収縮チューブの加熱等作業状況を写真4(a)~(c)に示す。

6・2 所要時間

拡張作業は、拡張装置へのKPPセットから取外しまで4~5minで、拡張そのものに要する時

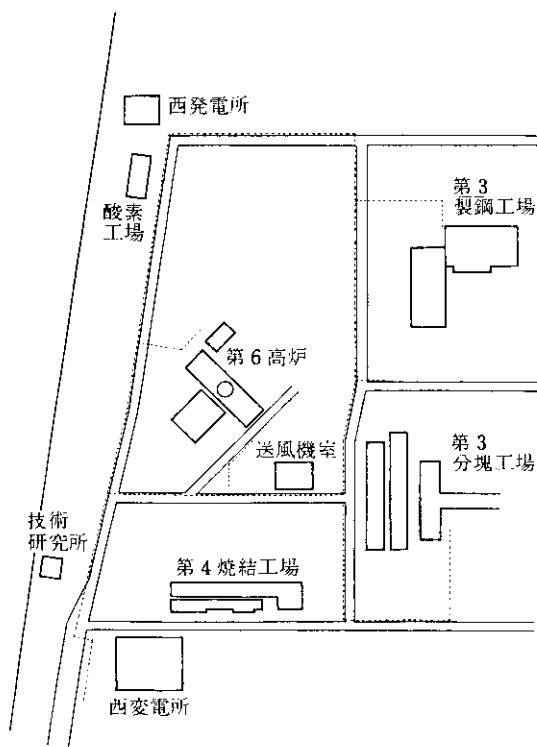


図7 管路布設ルート

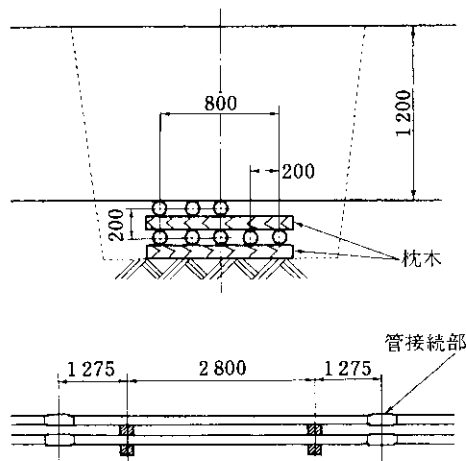


図8 布設断面

間は約1minである。

管端処理は、接着力強化のため接着面をサンドホイルで研磨し、挿入側内面はケーブルに損傷を与えないようディスクサンダーでベベル取りを行い、サンドホイルにて仕上げを行った。これに要



(a) 抜管作業

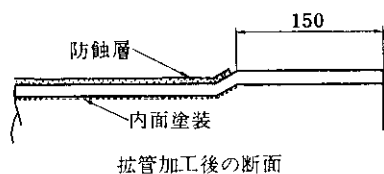


(b) 接着剤塗布作業

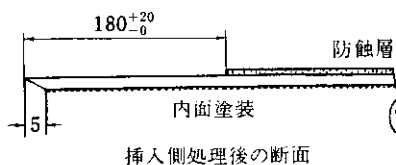


(c) 防蝕用熱収縮チューブ加熱作業

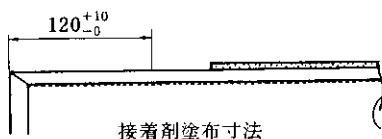
写真4 作業状況



抜管加工後の断面



挿入側処理後の断面



接着剤塗布寸法

図9 工事標準寸法

接着剤塗布は、接着剤混合に2～3 min、塗布から接合完了まで4～5 minであった。

接合部の防蝕加工は、熱収縮チューブから加熱完了まで3～4 minであった。

7. 結 論

接着剤を使用した抜管継手は全断面引張試験、曲げ耐力試験、水密性試験において十分満足する結果が得られ、保護管布設工事に採用、施工された。

本工法は、接着面の処理と接合後ある時間振動を与えないよう現場における施工管理を十分行うならば、作業性の良いことから掘削期間の短縮が図れ、交通機関や住民への影響が軽減できるほか、材料費が安くすむことなど、非常に有利な工法といえる。

なお、本工法は電線、ケーブル等の保護管の接合だけでなく、広く各種パイプラインの接合法選定の参考になるものと思われる。今後は電線管への応用や曲げ水圧試験を行い、各分野での使用ができるよう実験開発を進める所存である。

する時間は両管端に分かれ2名で5～6 minであった。

参 考 文 献

- 1) 大方茂, 山路松男: 川崎製鉄技報, 5 (1973) 3, 89