

新しい継手加工に優れた住友の鋼管

—阪神大震災での配管被害から得られた教訓→新しい継手加工へ—

Sumitomo Super Welded Pipe with High Deformability in New Joints

藤田日出雄 / Hideo Fujita ・ 鋼管技術部 鋼管技術企画室 参事補

阪口市朗 / Ichiro Sakaguchi ・ 鋼管技術部 専任部長

田中輝幸 / Teruyuki Tanaka ・ 鋼管技術部 鋼管技術企画室 参事

高間館千春 / Chiharu Takamadate ・ 和歌山製鉄所 溶接管技術室 室長

福永 規 / Tadashi Fukunaga ・ 鹿島製鉄所 鋼管生産技術室 参事

要 約

平成7年1月に起こった阪神大震災は、戦後最大規模の都市災害となった。同時に、建築設備配管もかなり被害を受けた。当社は配管の被害調査を実施したが、被害は鋼管自体よりも継手部に集中していることが判った。

今後の地震対策としては、ハウジング継手と転造ねじ接合が有効と考えられる。

これらの接合法は、厳しい塑性加工が鋼管に施されるが、当社SW鋼管、タフシーム鋼管が最も適している。

Synopsis

The Hanshin earthquake hit on January 17, 1995, ruining or damaging many buildings in the vicinity of Kobe in Japan. The impact produced the most catastrophic damage since World War 2.

Plumbing for water, gas, fire-extinguishing and air-conditioning utilities in buildings sustained a great deal of damage.

We have been researching the damage to steel piping systems for plumbing, and found that steel pipes were not damaged themselves. However, jointed portions with threaded connections were damaged by radical deformation in the earthquake.

Mechanical joints such as "Housing joint" and "Rolled pipe thread connection" are considered to be so effective in protecting earthquake damage.

Although steel pipes require substantial machining for these connection types, Hot ERW pipe such as "Sumitomo's SW" and ERW pipe such as "Sumitomo's Tough Seam" could withstand the deformations.

Sumitomo has been developing SW and Tough Seam to be applied to severe environmental conditions.

In addition, these pipes are suitably protected against seam grooving corrosion attack.

1. まえがき

平成7年1月、マグニチュード7.2、最大震度7の激震、最大加速度818 GAL(南北方向)、破壊時間最長15秒の阪神大震災の規模は、関東大震災の2倍以上であり、戦後最大規模の都市災害となった。神戸を中心に、6000人近くの死者、全壊家屋10万棟余、焼失面積100万m²以上の大被害をもたらした。同時に建築設備配管もかなりの被害を受け、今後の耐震設計に大きな課題を与えた。

この震災の発生に際し、日本水道鋼管協会の現地調査等をもとに本報告をまとめたが、被害は鋼管自体よりも、その継手部に集中しているのが特徴で、今後の配管接合法としては、「ハウジング継手(旧称ビクトリックジョイント)／グループ加工」「転造ねじ」等の新継手が増加していくと感じた。

これらの接合法では、従来には無かった厳しい塑性加工

が鋼管に施されるが、当社SW鋼管、タフシームERW鋼管が溶接部の信頼性等の特徴点より、最も適しているものと判断される。



写真1 神戸市街の被災状況(三宮)



写真2 神戸市街の被災状況(三宮)



写真3 神戸市街の被災状況(長田区)



写真4 激震地(三宮)での建築設備配管の破損

2. 阪神大震災での建築設備配管の被害概要

2-1 日本水道鋼管協会の 現地調査結果(抜粋)

(1) 被害概要……建築設備配管の被害については、種々の報告書が発行されているが、ここでは日本水道鋼管協会の報告を示す。当社なりに解釈すると、次の3つに分類される。

- ・高置タンクの倒壊
- ・屋内配管の被害
- ・地盤沈下地区での被害

上記の代表例として A, B, C 地区に分け、それぞれでの配管の損傷度を第1表に示す。

第1表 配管の損傷度

地 区	建物の 損傷度	配管の損傷度		
		①タンクまわり	②屋内(トレンチ内)	③埋設部つなぎ
A地区(神戸市) 竣工 S52～ 規模 25F 建	×	×	○	○
B地区(神戸市) 建設中 規模 14F 建	A棟 △	○	×	—
	B棟 ××	○	—	—
C地区(西宮市) 竣工 S53～ 規模 11-25F 建	○	△	○	×

凡例 ○：異常なし △：部分的損傷 ×：異常あり
××：損傷大 —：未調査

製品紹介

(2) 各地区における配管被害状況

- ・A地区 ① タンクまわり スロッシング(タンク内の水の激しい揺れ)により高置水槽が転倒, その接続部で破損(写真5)
- ② 屋内配管 異常なし



写真5 高置水槽が転倒, その接続部で破損

- ・B地区 ① 屋内配管 A棟
 - トレンチ内のエキスパンション部の給水用フレキ管破損
 - トレンチ内のエキスパンション部の消火用フレキ管破損
 - メーターボックス内の給水用塩ビライニング鋼管の縦管分岐部で漏水
 - スラブ貫通部の排水用鋳鉄管の継手で抜け
- ・C地区 ① タンクまわり 屋外受水槽が傾き, 硬質塩化ビニル管の接続部で外れ(写真7)
- ② 屋内配管 基本的に問題なし
- ③ 埋設配管
 - 地盤沈下で, 建物取出部の排水用塩化ビニル管が破損
 - 樹脂管の破壊, 継手部の抜けが多い。
 - 地盤沈下で, 建物引込部の給水用塩ビライニング鋼管が破損(写真8)
 - 継手のねじ部破損があった。

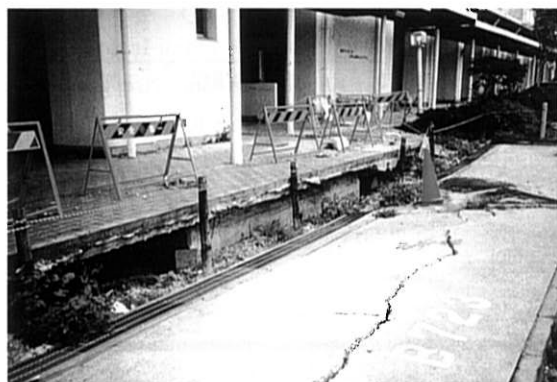


写真6 C地区 地盤沈下状況

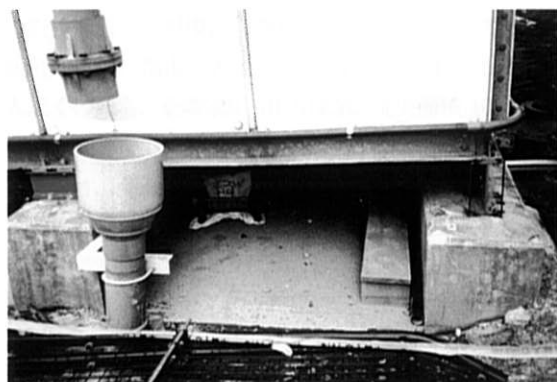


写真7 C地区 屋外受水槽での付帯配管の外れ状況



写真8 C地区建物導入部で破損した配管の復旧工事

2-2 その他の調査報告

(1) 管種から見た被害概要

給水で代表される硬質塩化ビニル管の破壊が多く、これは地震時の元管・地盤・建物との相互変位に追従出来なかったためとみられる。

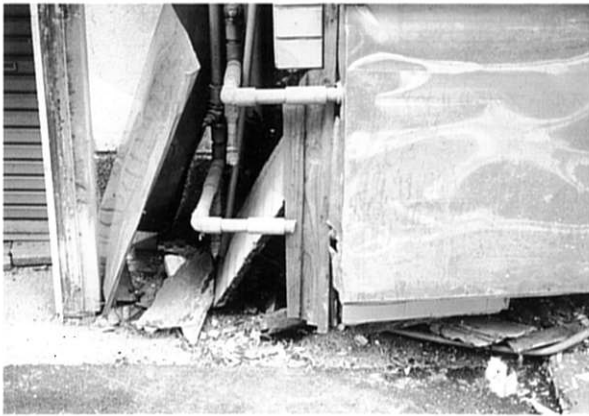


写真9 神戸市三宮での給水用硬質塩化ビニル管の破壊

一方、鋼管は鋼管本体に割れやひきちぎれといった被害は無かったが、継手部に一部被害が出た。



写真10 神戸市三宮での鋼管ねじ継手部の破壊



写真11 神戸市三宮での鋼管ねじ継手部の曲がり

ポリエチレン管は変位に追従し、伸び、折れ曲がりはあるもののガス等流体の漏洩は無かった。

(2) 鋼管の継手種類から見た被害概要

ねじ継手は他管種の接合法に比較すれば機械強度はかなり高く強固な接合方法であるが、大きなビルが倒壊、中間層が押し潰れる様な震度7の激震地帯では、建物の揺れ方と配管の揺れ方が大きく異なるため、一部が破断した。

事例1……給水用硬質塩化ビニルライニング鋼管(SGP-VB)、呼径25A~50A。屋上添架配管は、架台の配管を載せUボルトで固定するが、コンクリート台は防水層上に置いているだけである。昭和52年以前では、耐風性能のみの考慮であり、それほど強固な支持ではない。地震最中は配管が激しく揺さぶられ、切削ねじ部で破断した。

事例2……スプリンクラーのねじ込み配管のねじ部が抜け、損傷で放水、水損事故の二次被害が出た。

一方、溶接継手およびハウジング継手については、特に大きな被害はなかった。

継手メーカーの調査によれば、ハウジング継手に関し、激震地帯の神戸5件、宝塚1件のビルをヒアリング調査し、空調冷温水、消火、給水配管について使用数量が合計1万個以上に及ぶハウジング継手は全て異常無しと報告されている。



写真12 神戸市中央区での昭和42年竣工ビルで被害のなかったハウジング継手

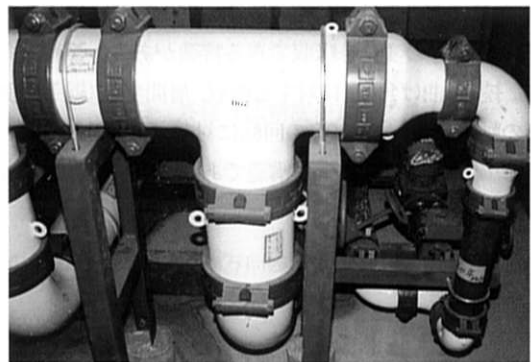


写真13 神戸市中央区での昭和63年竣工ビルで被害のなかったハウジング継手

製品紹介

2-3 調査全般から見た被害のまとめ

- (1) 建物自身に被害がなければ、建物内の配管の被害もない。建物の揺れが激しくても、配管の支持が堅固であれば、被害をかなり抑えることが出来る。但し、配管の支持がスリズな場合ねじ部の破損が起こりうる。
- (2) 建物への導入部、屋外受水槽への導入部について、地盤沈下により、伸縮可撓性に欠ける管種の配管は破損し、鋼管においてもねじ部の破損が起こりうる。
- (3) ねじの外表面が露出し防食措置が不完全な場合、腐食減肉した部分で損傷が見られた。
- (4) タンク等設備の倒壊により、付帯の配管も引きずられて破損する。
- (5) 激震地においても溶接継手、ハウジング継手は被害が見られなかった。

3. 耐震性に優れた接続方法

前記の調査結果から、今後の継手としては、ハウジング継手(65 A 以上)および転造ねじ(50 A 以下)等の新継手の採用が、これ迄以上に増加するものと思われる。

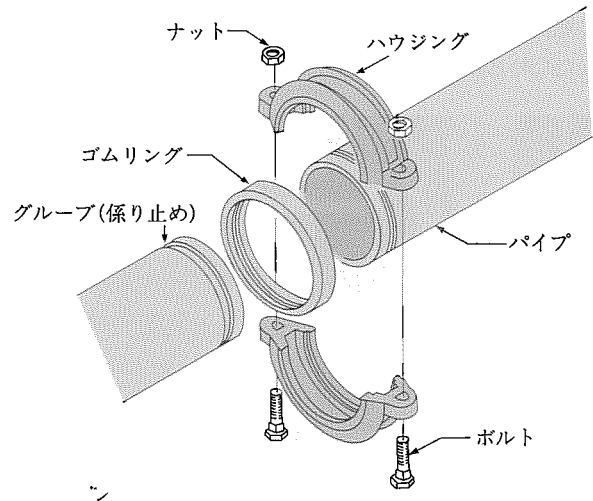
一方、近年ビルやマンションの設備配管工事の迅速化が進み、短工期での施工が可能で、また高度な技能を必要としない新継手・新接合法が普及しつつある。

この様な新継手・新接合法に採用されるグループ加工、転造ねじ加工は、従来にはなかった苛酷な加工を鋼管に施すので、配管加工性が、問題になってきている。そのため、様々な管端加工を受ける鋼管としては、これらのニーズに的確に応えなくてはならない。

3-1 ハウジング継手について

ハウジング継手は、以前より広く用いられてきており、今回の調査結果でも被害は無く、その耐震性能は米国でも高く評価されている。

ハウジング継手は、伸縮可撓性に富み、型式により差異はあるが配管の変位を吸収できる特徴がある。管軸方向の伸縮、撓み(曲げ角度)に対する吸収、層間変位(継手両側の2管の軸心ズレ)および管の回転に対し、第1図に示すとおり、かなり融通の効く継手構造であるため、地震時に加わる変位を吸収できる。



第1図 ハウジング継手の構造例

3-2 転造ねじについて

転造ねじは、従来のチェーザで鋼管を削って加工する切削ねじと異なり、塑性加工により鋼管肉厚を極端に減ずることなくねじを形成する新加工法で、管本体と同等強度を保ち、曲げや引張に対しても破損しにくい特徴がある。

建築業界では、天井支持金具のボルトねじが、切削ねじから転造ねじに切替えられ、建築業界以外では、昭和50年代に新幹線等列車のエア配管が、切削ねじから転造ねじに切替られている。

これは、強度が高いだけでなく、気密性の優れた信頼性の高い転造ねじ接合として採用されたもの。

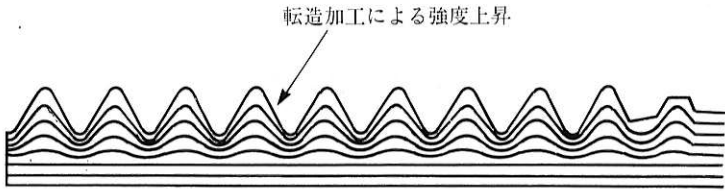
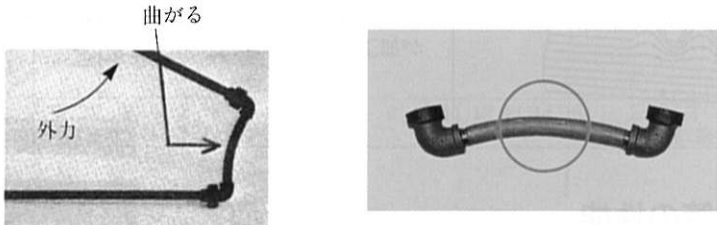

一方、転造ねじは、その加工機械が大規模で現場への持込みが困難であったため建築設備配管としての適用が限定されていたが、しかし最近、ポータブルの転造ねじ切り機が開発されようとしており、今後、普及が拡大するものと思われる。

第2表に、転造ねじの性能を示す。

転造ねじは、ねじの谷底肉厚が切削ねじより大きいことおよび冷間転造加工によるねじ部表面の加工硬化の結果、曲げ、引張性能において優秀である。

このことより、転造ねじによる接合は溶接継手と同等の引張強度を持つ。

第2表 転造ねじの性能

性 状	
曲 げ	
引 張	 <p>転造ねじは、管本体で破断する</p>

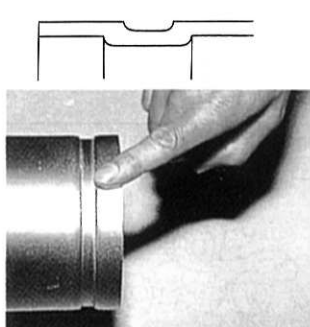
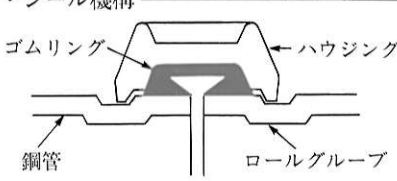
4. ハウジング継手と転造ねじ加工から要求される鋼管性能

4-1 ハウジング継手とグループ加工

グループ加工される鋼管には、その加工に耐える溶接部性能、材質および寸法精度が要求される。

ハウジング継手／グループ加工と鋼管への要求性能との関連を、第3表に示す。

第3表 ハウジング継手／グループ加工と鋼管への要求性能

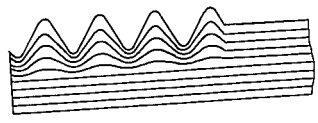
管端加工形状	加工のポイント・特徴	鋼管に要求される性能
・ロールによるグループ加工 	4～5%管が縮径される グループ寸法が正確であること (深さ、径、蛇行等)	溶接部が割れないこと 周方向硬度が均一であること 肉厚寸法(溶接部偏肉)が均一であること 外径寸法精度が良好であること
・シール機構 	管外表面とゴムパッキンの間でシールされる	管軸方向の疵が少ないこと

製品紹介

4-2 転造ねじ

転造ねじ加工と鋼管への要求性能との関連を、第4表に示す。

第4表 転造ねじ加工と鋼管への要求性能

加工形状	加工のポイント・特徴	鋼管に要求される性能
・転造ねじ塑性加工 	加工度の厳しさに耐えること 高精度加工ができるので正しいねじが加工可能	溶接部が割れないこと 周方向硬度が均一であること 加工に馴染む柔軟な材質であること

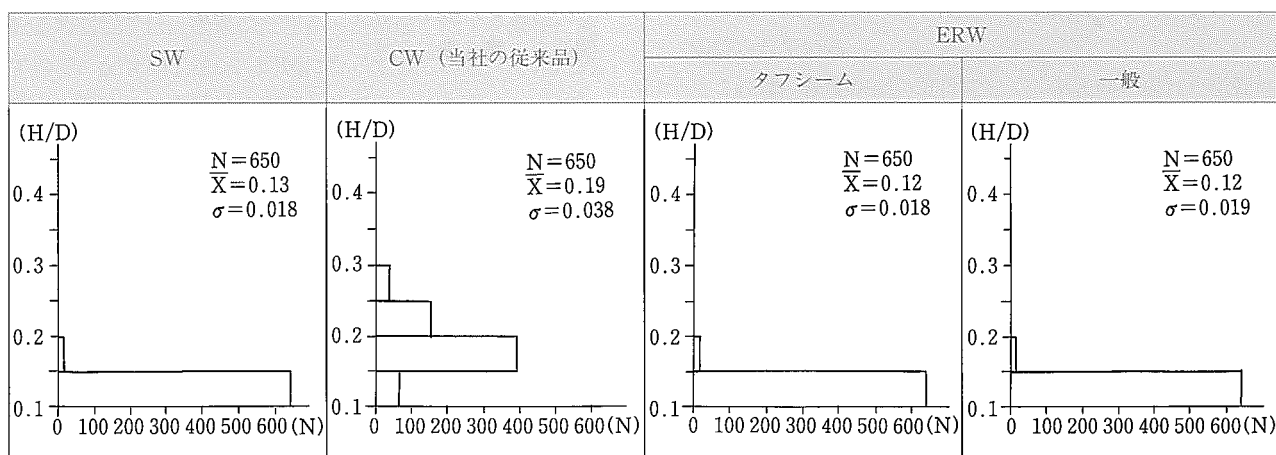
5. 当社鋼管の性能

各管端加工に対する当社鋼管の性能を、第5表に示す。

第5表 各種管端加工に対する当社鋼管の性能

項 目	SW	CW (当社の従来品)	ERW		備 考
			タフシーム	一 般	
溶接部の加工割れ	◎	○	◎	◎	第2図
周方向硬度の均一性	◎	◎	◎	×	第3図
管軸向の疵	◎	○	◎	◎	
溶接部の偏肉	◎	○	◎	◎	

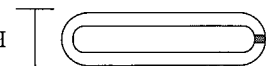
凡例 ◎：優位 ○：良 ×：低位



試験方法

へん平高さ

H



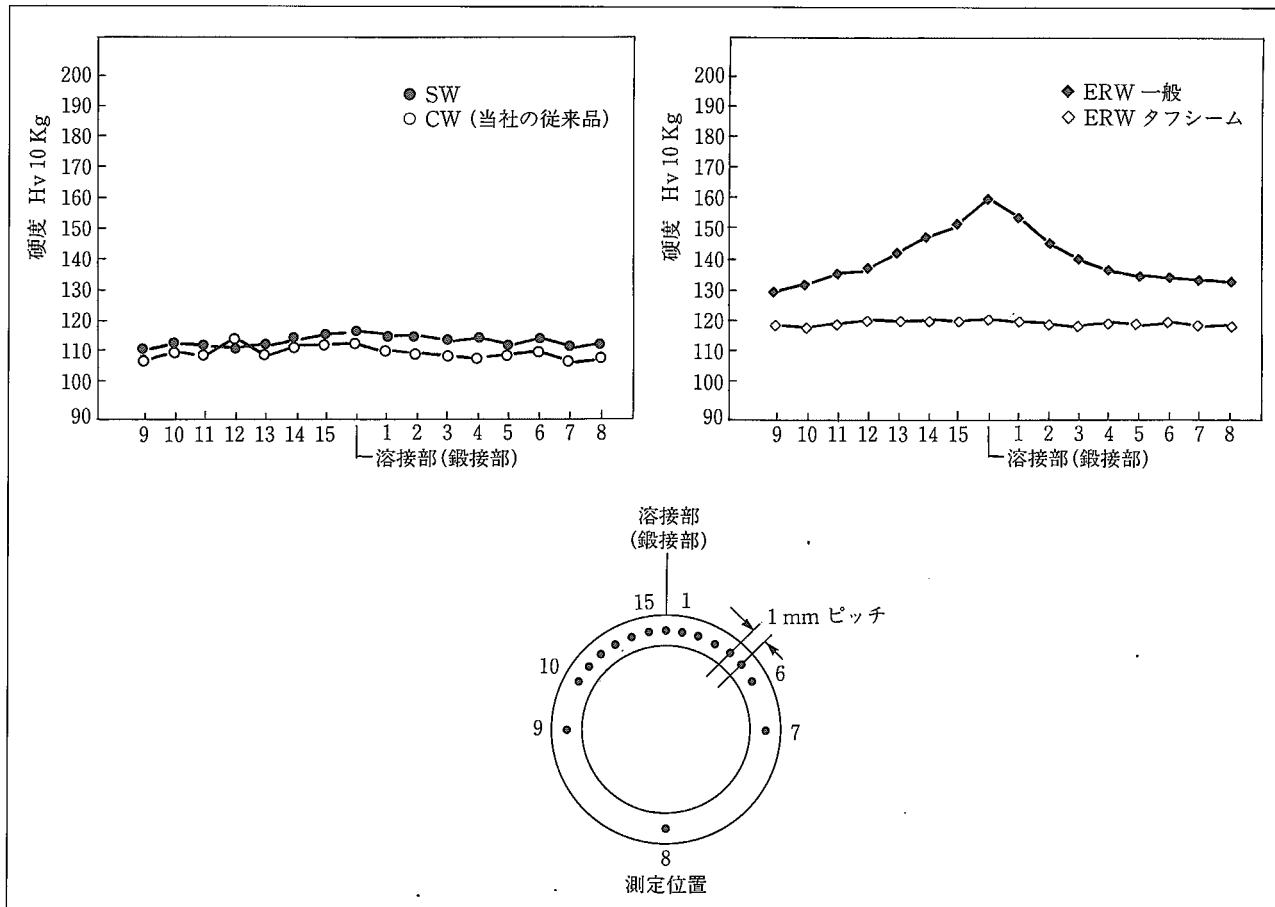
溶接部 (鍛接部)

D：もとの径

H：へん平試験した時の母材または溶接部（鍛接部）に亀裂（割れ）が発生した高さ

評価方法：H/D で示す。

第2図 90°へん平試験



第3図 周方向の硬度分布

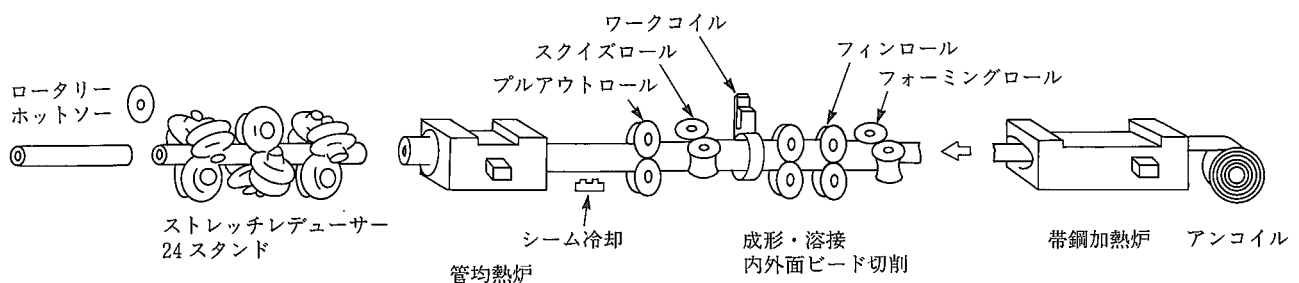
6. 製造プロセス

(1) SW 鋼管(熱間仕上げ電気抵抗溶接鋼管 / Sumitomo super Weld)……100 A 以下

SW は、CW の長所(熱間製法のため、溝状腐食が無く、曲げ加工しやすい)と ERW の長所(接合部の信頼性が高い)を併せ持った高性能鋼管である。

第6表 SW と CW の製造方法

製 法	製造方法の概要	製造温度
SW	鋼板素材全体を約 900℃ まで加熱し、更に接合部のみ高周波誘導で加熱し、圧接により継目部を接合する方法	熱間
CW	鋼板素材全体を約 1 200℃ まで加熱し、鍛接により継目部を接合する方法	熱間



第4図 SW鋼管の製造方法

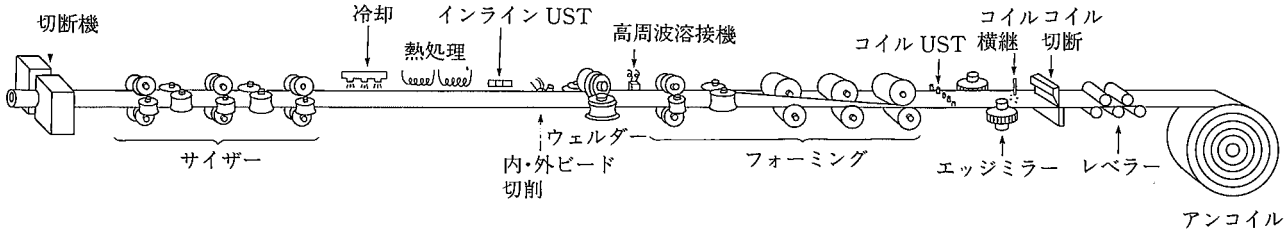
製品紹介

(2) タフシーム ERW 鋼管 (耐溝状腐食電気抵抗溶接鋼管／MN Electric Resistance Weld)……125 A 以上

一般品は、冷間製法のため、母材と接合部との金属組織差がある。そのため、溝状腐食を起こすことがある。タフシームは熱処理を実施し、素材には耐食性付与元素 (Cu, Ni) を添加しているので、溝状腐食を防止することが出来る。熱処理で、母材と溶接部との硬度差がなくなるので、グループ等の加工が容易となる。

第 7 表 タフシームと ERW 一般の製造方法

製 法		製造方法の概要	製造温度
ERW	タフシーム	鋼板素材は常温のまま、接合部のみを高周波誘導により加熱し圧接で継目部を接合する。溝状腐食を防止する方法として素材に耐食性付与元素を添加し、かつ溶接部熱処理を実施する。	冷間
	一般	溶接は上記の方法と同じ。但し、熱処理は実施せず、素材にも耐食性付与元素を添加しない。	冷間



第 5 図 タフシーム ERW 鋼管の製造方法

7. むすび

当社鋼管の特徴をまとめると以下の通りである。

「SW 鋼管」

- ・溶接部の信頼性が高いので、グループ、転造ねじ加工時においても溶接部割れの心配がない。
- ・溶接部の管軸方向にスジ跡が残らない製法であるので、ハウジング継手のシール性能に信頼がおける。

「タフシーム ERW 鋼管」

- ・溶接部の信頼性が高く、熱処理を実施しているので、組織が均一となり、グループ、転造ねじの加工時においても変形や加工割れの心配がない。

阪神大震災は、戦後最大規模の都市災害となった。阪神地区を襲った大地震は、建築設備配管に対してもかなりの打撃を与えた。調査報告の知見をもとに、今後の配管接合法の強化策として「ハウジング継手／グループ加工」「転造ねじ」の採用が増加するものと考えられる。

これら接合法には従来にはなかった厳しい加工が鋼管に施されるが、当社 SW 鋼管、タフシーム ERW 鋼管は、その加工に最も適する。

また、日本水道鋼管協会殿に地震調査報告のご提供を頂いたことをここに深謝致します。

問合せ先
鋼管技術部
鋼管技術企画室 参事補
☎ 06(220)5411 藤田