

鋼管の爆発接合 第1報

爆発継手の機械的性質

山本一元*・亀石正之*・石谷幸保**・秋丸 進**

1. 緒 言

爆薬が爆轟する際に発生する瞬間的なエネルギーを利用して金属を加工しようとする試みは、古くから研究されており¹⁾、わが国においても、爆発成型法²⁾や³⁾、爆発圧着法は⁴⁾、すでに実用化されるにいたっている。

こうした応用のほかにも、粉体の圧縮⁵⁾や圧着や、金属の表面硬化などにも有意義な提案がなされている⁶⁾。

鋼管類の接合も見逃すことのできない分野で、すでに、熱交換器の管板に鋼管を固定したり⁷⁾、電線類をスリーブによつて接続する研究は各所で行なわれており⁸⁾、漸次実用化されつつある。

鋼管構造の歴史は継手の歴史である、といわれているように、鋼管構造物では継手の設計が全体としての効率と経済性を大きく左右する。このため、鋼管の接合方法についても、多くの方法が提唱されてきたが、いずれも、溶接継手やフランジ継手を実施されている現状である。

鋼管の接続は、化学プラントやガス、水道などのいわゆる配管では、いずれも気密性や水密性を要求されるものと、鋼管構造物のように、機械的な耐力が主に要求される場合とがある。

爆発法では、前者の要求に対しては、爆発圧着法を利用した方法が提唱されるが¹⁰⁾、その確実性と経済性の点においてなお改良の余地がある。

機械的な耐力を重視する場合には、金属学的な接合よりも¹¹⁾、機械的絡み合いを行なわせる意味から、広義の爆発成型法を応用することが考えられる¹²⁾。

本報では、主として鋼管構造物に爆発継手を適用するとき配慮しなければならない継手の種々な特性を試験した。

鋼管を強固に接合する最も簡単な方法としては、溝加工した芯金を用い、これを鋼管端に挿入して、爆薬

を鋼管外周に巻いて起爆し、芯金の溝部に鋼管を塑性変形させ喰い込ませるのが有利である。

強固な爆発継手を得るため、芯金の設計や、爆薬の研究、接合方法の検討をあらかじめ行なつた。芯金は引張りに対する環状の溝と、圧縮に対する環状溝と直交する溝とを有するものとした¹³⁾。爆薬は、開放状態で比較的薄い層で起爆する必要があるため、PETNを主材にして、これに鉛丹などの金属酸化物と、パラフィン、ニトロセルロース、ゴム等のバインダーを添加した組成で、シートや、紐状に成型するときに可撓性を有するようにした¹⁴⁾。

各種鋼管で爆発継手をつくり、引張り、圧縮試験を行ない耐力を求めた。鋼管構造物では、くり返し荷重が作用するので、曲げ及び軸方向の荷重をかけて耐力を調べた。また、継手断面の硬さの変化も調べた。

こうした、水密性のない継手では、何等かの理由によつて、継手の間隙部に浸水し、これが凍結することによつて種々なトラブルが発生することもあると考えられるので、継手に水を入れこれを凍結させて耐力を試験した。これら一連の結果から、爆発継手は、鋼管構造物へは、充分適用できることを明らかにした。

2. 実 験

2. 1 試 料

2. 1. 1 鋼 管

実験に使用した鋼管は、外径 89.1 mmφ 以下のものは STK 41、外径 101.6 mmφ 以上は STK 50 を使用した。この鋼管はいずれも八幡製鉄製のもので、化学成分と機械的性質を、Table 1, 2 に示す。

2. 1. 2 芯 金

実験に使用した芯金は、SC 42 を用い清本鉄工で製作した。各鋼管のサイズに合せて鍛造したあと、一部旋盤加工によつて所定の寸度に仕上げる。芯金の典型的な図を Fig. 1 に示す。実験に用いた爆発継手はこのように、環状溝 3 本と、これと直交する溝(縦溝)を 4~8 本を有するものを使用した。芯金のサイズ、溝形状、重量を一括して Table 3 に示す。Table 3 の

昭和43年3月16日受理

* 旭化成工業(株) あいばの工場 滋賀県新旭町

** 旭化成工業(株) 菅野工場 福岡市長浜町

Table 1. Chemical composition of pipe material.

Steel pipe	Composition (%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Nb	Fe
STK 41	0.18	0.047	1.04	0.02	0.016	0.06	0.023	Res.
STK 50	0.16	0.05	1.04	0.014	0.015	0.06	0.024	Res.

Table 2. Mechanical properties of pipe material.

Steel pipe	Tensile Strength (kg/mm ²)	Creep Strength (kg/mm ²)	Elongation (%)
STK 41	57.9	43.6	30.2
STK 50	62.5	49.7	27.2

記号は Fig. 1 と同一である。

なお、芯金の外径は、114.3mmφ 以下の鋼管では、鋼管内径より 1.8 mm, 139.8~190.7mmφ の鋼管では 2.4 mm, 216.3mmφ 以上の鋼管では 4.0mm だけ小さいものを用いた。

2. 1. 2 爆 薬

爆薬は PETN を 30~40%, 鉛丹を 30~60%, と

Table 3. Size of the anvil used for explosive joint.

Steel pipe		Anvil								
Diameter (mmφ)	Thickness (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)	Concave groove size (mm)						
				a	b	c	e	f	g	h
60.5	2.6~3.2	260	10	10	6	2.5	20	—	40	50
76.3	"	"	"	"	"	"	"	20	"	"
89.1	"	280	"	"	"	"	"	25	50	60
101.6	2.9~3.5	340	10~12	10~12	"	2.5~2.8	30	"	"	"
114.3	2.9~3.7	360	"	"	"	"	"	30	60	70
139.8	3.5~4.5	"	12~15	12~15	6~7	2.8~3.7	"	"	"	"
165.2	3.5~5.5	396	12~20	12~20	6~10	2.8~5.0	35	"	"	"
190.7	5.0~6.0	456	15~20	15~20	7~10	3.7~5.0	"	40	80	100
216.3	5.5~6.6	"	20	20	10	5.0	"	"	"	"
241.8	5.5~7.0	490	20~25	20~25	10~14	5.0~6.5	40	"	"	"
267.4	"	530	"	"	"	"	"	50	100	120
318.5	6.0~9.0	620	20~30	20~30	10~18	5.0~8.0	55	"	"	"

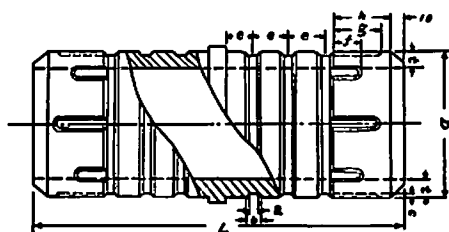


Fig. 1 The structure of anvil used for steel pipe jointing by explsn.

これにニトロセルローズと可塑剤か、またはゴム系バインダーを加温して、混合した組成物を用いた。この組成物は可塑性を有し、性能は Table 4 に示す値であった。鋼管を接合し易いように、Fig. 2 のように成

型し、これをニトリルゴムの 1 mm 厚さのパフーアにとりつけ、爆薬の爆轟の直接衝撃を緩和した。各種鋼管の接合には、Table 5 に示す薬量を用いた。

Table 4. Properties of the explosive used for steel pipe joint.

Test	Measurement value
Density	1.7~9.1
Strength (R. W. S.)	30~48
Detonation velocity	4,000~5,500 m/sec
Ignition point (5 sec delay)	270~280°C
Drop hammer test (5 kg)	100 cm (Non-firing)
Stability (Able test)	Up to 30 min.

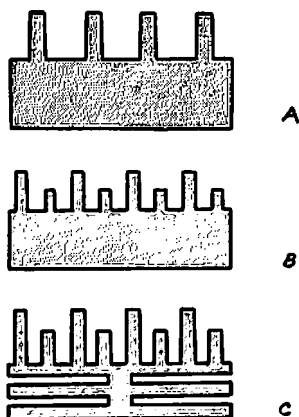


Fig. 2 The explosives used for steel pipe joint.

A : for the steel pipes, $\phi \leq 60.5$ mm.

B : for the steel pipes of 76.3 to 101.6 mm ϕ .

C : for the steel pipes, $\phi \geq 114.3$ mm.

2. 2 爆発継手供試材

前記した材料を用いて爆発継手を Fig. 3 の方法によって作成した。

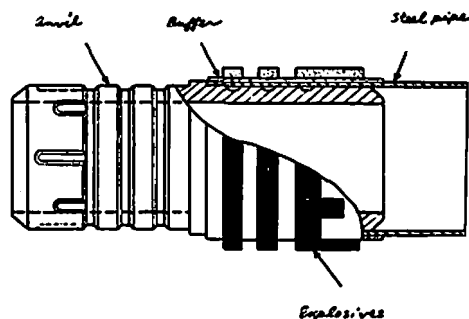


Fig. 3 The arrangement of steel pipe jointing by explosion.

爆薬を芯金の溝部と対向する鋼管外周に設置して、爆薬の中央部から6号瞬発電気雷管によって起爆した。片側ずつ接合してもよく、両側同時に接合してもよい。パufferによって、亜鉛メッキ鋼管などでは亜鉛が剝離することはない。但し、爆速が 5,000 m/sec を越えると、メッキが剝離したり、芯金を過度に圧縮することがおこり得る。

2. 3 爆発継手の特性値の測定

2. 3. 1 引張り、圧縮試験

60.5~216.3mm ϕ の各種鋼管を Fig. 3 の方法で接合し、引張り、圧縮試験を行なった。試験はそれぞれ

3本行なった。139.8 $\phi \times 3.5$ mm と 165.2 $\phi \times 4.0$ mm の2種類の鋼管については、ダイヤルゲージを装着して、10屯づつ荷重を増して、各荷重時の供試体の伸びを測定した。Plate 1 に、引張り、圧縮試験の状況を示す。引張り試験では、リブを溶接して補強して行なった。

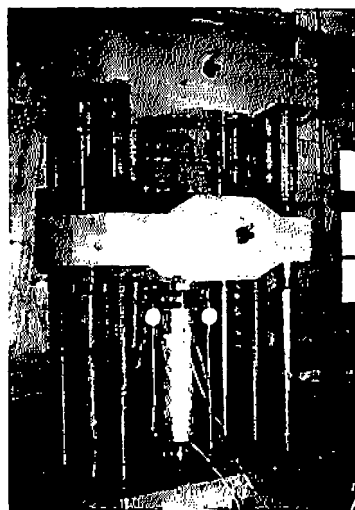


Plate 1. Aparatus for tensile and compression tests of the steel pipe joint obtained by explosive method.

2. 3. 2 硬さの測定

139.8 $\phi \times 3.5$ mm の鋼管を接合し、中央部より軸方向に切断し、ビッカース硬度計(荷重 10 kg)によって、断面の硬さを測定した。

2. 3. 3 長時間載荷試験

139.8 $\phi \times 3.5$ mm の鋼管の爆発継手に、30屯の引張り荷重を、1,000時間載荷して放置した。供試体にあらかじめ標点を定めておき、48時間ごとに除荷するまで標点の測定を行なった。除荷後、この供試体を引張り試験を行ない耐力を求めた。

2. 3. 4 曲げ疲労試験

139.8 $\phi \times 3.5$ mm 鋼管の供試体を、単純梁と考えて中央に7屯のくり返し荷重を 10^5 回加えた。試験機はアームスラー型油圧くり返し試験機(最大荷重 50屯、振動数 5 c/sec)を使用した。加振後、この供試体の引張り試験を行ない耐力を求めた。

2. 3. 5 小径鋼管の疲労試験

60.5 $\phi \times 3.2$ mm の鋼管を Fig. 4 のように接合し、この鋼管に想定される常時使用荷重から破壊荷重までの各段階の荷重について、数百回のくり返し引張り、圧縮を行ないヒステリシス、残留変形を調べた。

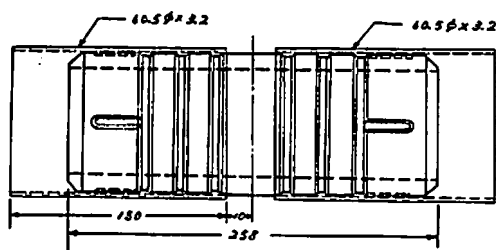


Fig. 4 Sample of steel pipe joint prepared for fatigue test.

2. 3. 6 中径鋼管の疲労試験

139.8φ×3.5 mm の鋼管を用い、2. 3. 4 の試験機によつて軸方向の加振荷重を与えて疲労試験を行なつた。

あらかじめ1〜3屯の荷重を与えて保持し、40 屯のくり返し荷重を与えた。

2. 3. 7 継手の透水、凍結試験

爆発継手が雨露にさらされる場合、外部から管内に水が侵入することが懸念されるので、139.8φ×3.5 mm の爆発継手の両端をシールし、これを0.05 kg/cm² の水圧中に一昼夜放置して、管内に透水した水の量を測定した。

また、芯金と管の接合間隙に侵入した水が氷結したときの影響を調べるため、139.8φ×3.5 mm の鋼管で継手をつくり、間隙に水を入れ、−20〜−17°C の恒温槽に40 分間放置し、間隙の水を凍結させたのちとり出して常温にもどし、ふたたび水を入れて凍結する。この操作を100 回くり返したあと、引張り試験を行ない耐力の低下を調べた。

3. 実験結果と考察

3. 1 爆発継手鋼管の引張り、圧縮耐力

2. 2 の方法で爆発接合した鋼管の引張り、圧縮試験を行なつた結果を Table 5 に示す。この表には、爆薬重量も併記した。引張り、圧縮試験の結果は、3 ケのうちの最少値を記載した。

結果から明かなように、継手の耐力はいづれも素管の計算強度以上である。引張り試験における試料の破断位置は、リップ溶接のさの熱影響を受ける部分、芯金からの滑脱、鋼管の電鍮部の割れによる滑脱、環状溝部上部などであつた。圧縮試験では、縦溝上部で座屈を生じる。

引張り、圧縮荷重と伸び、縮みの変化を測定した結果を Fig. 5, 6 に示す。引張り試験用供試体は139.8 165.2φ 鋼管では、全長は805, 935 mm で、それぞれ両端に150, 200 mm のリップが溶接してある。圧縮供試体は、全長600 mm で試験した。結果を Fig. 5,

6 に示す。

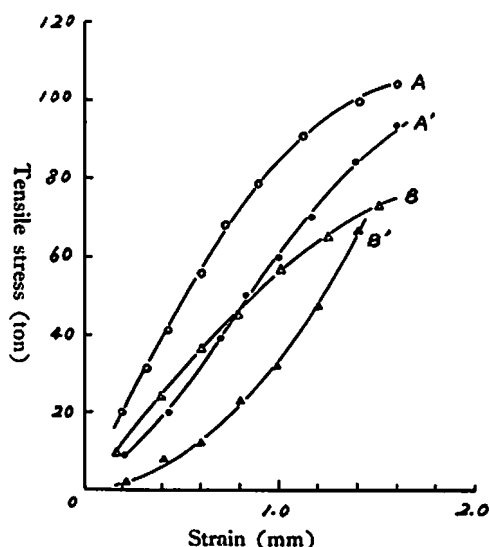


Fig. 5 Tensile stress-strain curves of steel pipe

A : 165.2φ×4.0 mm steel pipe

A' : 165.2φ×4.0 mm steel pipe joint

B : 139.8φ×3.5 mm steel pipe

B' : 139.8φ×3.5 mm steel pipe joint

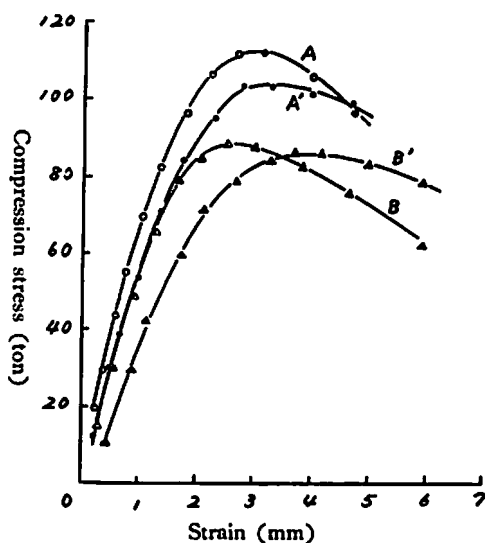


Fig. 6 Compressive stress-strain curves of steel pipe joint obtained by explosive method.

A : 165.2φ×4.0 mm steel pipe

A' : 165.2φ×4.0 mm steel pipe joint

B : 139.8φ×3.5 mm steel pipe

B' : 139.8φ×3.5 mm steel pipe joint

Table 5. Tensile strength and compression strength of the steel pipe joints obtained from explosive methods.

Steel pipes		Weight of explosives (kg)	Tensile strength (Calculation ton)	Experimental value (Minimum : ton)	
Diameter (mm ϕ)	Thickness (mm)			Tensile strength	Compression strength
60.5	2.6	0.18	19.4	20.4	19.8
	2.9	"	21.5	22.8	22.0
76.3	2.6	0.22	24.7	25.8	25.2
	2.9	"	27.4	29.0	28.1
89.1	2.6	0.28	29.0	29.5	28.5
	2.9	"	32.2	34.3	31.1
	3.2	"	35.4	39.3	35.3
101.6	2.9	0.30	45.0	49.0	46.7
	3.2	"	49.5	55.6	52.2
	3.5	"	54.0	58.4	55.8
114.3	2.9	0.39	50.8	55.9	53.4
	3.2	"	55.9	60.3	57.7
	3.7	"	64.3	70.0	66.6
139.8	3.5	0.50	75.0	81.0	75.1
	4.0	"	85.4	96.9	89.3
	4.5	"	95.7	99.8	95.8
165.2	3.5	0.60	88.9	96.0	91.6
	4.0	"	101.3	107.4	103.3
	4.5	0.80	113.6	121.5	115.8
	5.0	"	125.8	135.9	125.9
216.3	5.5	1.20	182.1	193.0	185.7
	5.8	1.50	191.8	197.0	186.1
	6.6	1.70	217.4	228.2	213.0

引張り試験に対しては、接合が強固な場合には、破壊に達するまでの伸びが小さい。これは、鋼管の塑性加工によって、素材が若干硬化しているためと推定される。変形の度合いの少ないものでは、接合部のズレによって、見掛けの伸びが大きくなる。

圧縮試験における荷重変形量曲線は、最大荷重に達した後の荷重の低下が緩慢で、閉断面の特長である座屈後の耐力が大きいことを示している。試験の結果では、継手部に滑りを生じて、芯金のツバと素管端部がメタルタッチして荷重が増加してゆくものと推定され、継手の有無による最大耐力の相違はほとんど認められていない。

いづれにせよ、爆発継手は、引張り、圧縮耐力からは、実用上充分使用できることが明らかになった。

3. 2 断面の硬さの測定

139.8 ϕ ×3.5 mm 鋼管を爆発接合した供試体を切斷して、硬さを測定した。結果の代表的な例を Fig. 7 に示す。

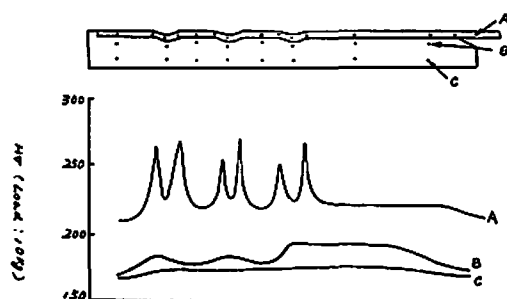


Fig. 7 Hardness of the steel pipe joint obtained by explosive method.

結果から明かなように、鋼管のカシメ部が最も硬さは高くなる。芯金の方も爆薬を設置した対向部の硬度が若干上がるが、これは問題になる値ではない。しかし、熱溶接部の硬さは、約 290Hv であるから、これと比較すると若干小さい値となり、残留応力による障害はないものと推定される。

3. 3 長時間載荷試験

139.8φ×3.5 mm の爆発継手に 30 屯の引張り荷重を作用させたときの標点の変位を測定した。48 時間ごとに伸びを測定したが、大差なかった。

標点間距離を 400 mm として 3 ケの試料の変位は、載荷前と 1,000 時間載荷後では、0.9~1.1 mm の変位であった。除荷前と除荷後とは 0.3~0.4 mm の収縮の変位であった。このような変位は実用上問題となる量ではない。

載荷後の試料を引張り試験を行なった結果では、耐力は、84.7~89.7 屯で、無荷重の供試体と変わらない値であった。このように、長時間荷重しても爆発継手は、ゆるむことはない。

3. 4 曲げ疲労試験

139.8φ×3.5 mm 鋼管の曲げ疲労試験の結果を Table 6 に示す。

この試験中、試料 2 は、試験中に母管が破断した。

Table 6. Fatigue test of the steel pipe joints obtained from explosive method under the action of cyclical bending stress.
(Steel pipe : 139.8 φ×3.5 mm)

Sample (No)	Cyclical stress		Tensile strength (ton)	Note
	(ton)	(cycle)		
1	7	1.06×10^5	91.0	Non-failuer
2	7	1.87×10^5	—	failuer

破断位置は爆薬の影響を受けない部分であつて、これは母管の疲労によるものと推定される。以上のことから、曲げ応力に対しては、素管と同一と見做される。

3. 5 軸方向の荷重に対する疲労

60.5φ×3.2 mm の鋼管に想定される常時使用荷重から破壊荷重を短時間作用させた場合の、継手の伸びはすでに報告しているが¹³⁾¹⁶⁾、この結果では、鋼管の弾性伸びよりも小さく、クリープも実用上問題となる量ではない。

比較的低サイクルのくり返し荷重を作用させる場合には、Table 7 に示すように、初期において若干の伸びの増加が認められるが、数回ではほぼ一定の値に達し増加量も僅かである。

Table 7. Elongation of the steel pipe joints obtained from the explosive method under the action of low-cyclical stresses.

Stress (Tension : tor)	Cycles	Time (Min.)	Elongation (1/100 mm)		
			(Min. stress)	(Max. stress)	(Variance)
3~9	18	93	10.0~11.5	21.8~23.0	1.3
4~10	10	36	8.3~8.5	19.0~19.5	0.5
5~11	9	85	13.5~14.0	22.9~24.0	1.1
6~12	6	71	13.8~14.0	24.8~25.5	0.7
7~13	26	96	18.5~20.8	27.8~30.0	1.8

高サイクルのくり返し荷重の実験では、荷重、伸びの変動を XY レコーダーで記録し観察した。結果を Table 8 に示す。

伸びの変動は、低サイクルの場合に比較するとかなり小さい値である。

これらの値は、くり返し回数も少なく、継手の疲労を論議することはできない。このため、139.8φ×3.5 mm の鋼管で継手をつくり軸方向の荷重を作用させて疲労試験を行なった。

荷重は、20、30、40 屯とし、振動回数は、 10^5 回とした。振動試験後の供試体を引張り試験を行ない耐力の変化を調べた。結果を Table 9 に示す。

Table 8. Elongation of the steel pipe joints obtained from the explosive method under the action of high-cyclical stress.

Stress (Tension : ton)	Cycles	Elongation (1/100 mm)		
		(Min. stress)	(Max. stress)	(Variance)
3~9	140	8.3~8.8	18.5~19.0	0.5
4~10	100	7.0~7.5	17.8~18.7	0.9
5~11	200	10.5~11.0	21.8~22.0	0.2
6~12	"	12.5~13.4	22.0~22.0	0.2
7~13	"	17.2~17.5	27.9~28.0	0.1
8~13	"	12.0~12.5	30.1~31.2	1.1
11~13	"	37.0~37.5	39.5~40.0	0.5

Table 9. Fatigue test of the steel pipe joint obtained from explosive method under the action of cyclical stress.
(Steel pipe : 139.8 ϕ $\times$ 3.5 mm)

Stress (ton)	Cycles	Tensile strength (ton)	Note
40	5.08×10^5	77.0	Non-failuers in testing
30	1.80×10^5	85.0	
20	1.24×10^5	88.5	

軸方向の荷重を作用させるときには、最大引張り耐力に関する限り余り大きい影響はないようであるが、荷重の大小、くり返し回数の多少によつて若干の差が生じている。しかし、この結果が荷重の大小か、くり返し回数の影響によるかは明らかでない。

いづれにせよ、くり返し荷重に対しては、実用上問題なく、充分耐力を有しているものと考えられる。

3. 6 透水及び凍結試験

139.8 ϕ $\times$ 3.5 mm の鋼管の爆発継手から管内に侵入する水量を調べた。3ヶの試験結果では 218~440 ml の透水量であつた。この爆発継手は、金属学的な接合は期待できないので、当然のことながら透水するので、透水を防止するには、何等かの処置が必要であらう。

継手部に侵入した水が管内にゆかず、溝部に残存して寒冷地などの使用では凍結することも考えられるので、水中に浸漬して継手に水を入れて、100 回の凍結融解をくり返したあと、引張り試験を行なつて耐力試験を行なつた。結果を Table 10 に示す。

結果から明かなように、凍結のくり返しによる耐力の低下は認められず、索管の平均耐力 88.7 屯とほぼ同一の値であつた。

Table 10. Tensile strength of the steel pipe joint obtained from cyclical freezing test.
(Steel pipe : 139.8 ϕ $\times$ 3.5 mm)

Sample No.	Tensile strength (ton)
1	84.1
2	89.5
3	92.7

4. 総 括

爆発継手を有する鋼管の試験結果を総括すると次のようになる。

静的な荷重に対しては、Table 5 に示すように、引張り、圧縮試験共に、継手の応力は索管の計算強度以上である。しかし、索管の試験値を 100 とした場合には、引張り耐力は、96~98%、圧縮耐力は、ほぼ 94% 程度である。

爆発継手の圧縮耐力の比率は、引張り耐力の比率と比較して若干低い値を示している。この原因は、爆発接合を行なうさいに、芯金と鋼管の間隙や、芯金自体が俄かに圧縮されるため、鋼管外径が細くなり、圧縮力を加えると、母管にモーメントが付加されるためと思われる。このことは、供試体の母管が縦溝の直上でふくらみ座屈していることから示唆される。

硬さの変化は、母管の溝部に喰い込んだ塑性変形を最もはげしく受ける部分が最も高いが、溶接の熱影響を受けた部分より小さい値である。

疲労試験では、定荷重を長時間作用させた場合と、くり返し曲げ試験、軸方向にくり返し荷重を作用させた場合について試験した。長時間載荷の場合には、継手の強度が弱くなることはない。小径管の実験で求めた結果では、初期において若干伸びの増加を示すが、数回でほぼ一定の値を示す。

10^5 回のオーダーの曲げ応力を作用させた場合には、継手の耐力は低下することはないが、索管が破断したことから考えて、索管自体も 2×10^5 回程度のくり返し曲げが限界であると推定される。

軸方向の荷重に対しては、低サイクルと高サイクルとでは高サイクルの方が伸びの変動は小さい。

また、 $1 \sim 5 \times 10^5$ 回程度のくり返し荷重を作用させた実験では、継手の耐力は減少しない。但し、荷重が大きくなると若干低下する傾向を示す。

このほか、爆発継手の継手部の材料の硬さ、継手部に侵入する水、この水が凍結、溶解をくり返した場合の影響について調べたが、実用上弊害となる点はなかった。

以上の実験から、爆発継手は、鋼管構造物として充分使用できることを明らかにした。

文 献

- 1) J. S. Rinehart, J. Pearson; "Explosive working of metals" Pergamon Press, 1963
- 2) 桜井武尚, 金本光郎; 工火誌, 28, 13 (1967)
- 3) 井上 卓, 西山卯二郎; 同上, 28, 24 (1967)
- 4) 星 光陸, 滝沢 雄; 同上, 28, 7 (1967)
- 5) E. I. Du Pont; 特公, 昭36-1952, 昭36-5958
- 6) N. A. Maclead; F. P. 2, 730, 297, F. P. 1, 289, 813
- 7) M. Horeth; 特公, 昭33-4410
- 8) 桜井武尚外; 工火誌, 29, 44 (1968)
- 9) 山本一元; 特公, 昭42-9712

- 10) 同 上; 同上, 昭42-1655
 11) E. I. Du Pont; USP 2, 367, 206
 12) 山本一元; 特公, 昭42-7138
 13) 同 上; 同上, 昭43-9830

- 14) 同 上; 同上, 昭43-19717
 15) 伊藤 誠, 山本一元, 足立一雄; 鋼構造 No. 28, p. 70 (1966)
 16) 山本一元; 機械技術, 13, 9 (1965)

Explosive Jointing of Steel Pipes I.

Study of the Mechanical Properties of Steel Pipe Joint by the Explosive Method

K. Yamamoto, M. Kameishi, Y. Ishitani and S. Akimaru

A study was made on the mechanical properties of steel pipe joint obtained by the explosive jointing method.

The jointing could be done by inserting the concavegrooved anvil into the end of steel pipe and initiating the explosives wound on the outside surface of the pipe.

The tensile and compression strengths of the jointed pipe were more than 94% of those of the original pipe. The fatigue test showed the same results as that for the original pipe.

The above suggests that explosive jointing is applicable to steel pipe structures.

In addition, the explosives to be used, the shape of anvil and the repeated freezing test are shown in the figures.

(Asahi Chemical Industry Co., Ltd.)

ニ ュ ー ス

US-Bureau of Mines and Sun Oil Chemicals

Bureau of Mines and Sun Oil Co. は国立ガス回収を助長するために (現在一般には核火薬類を研究中であるが) 化学火薬類を開発中である。Oklahoma test において水圧のわれ目と火薬によるわれ目とを利用してガスの流出を 40% 増加させようと計画している。二つの浅い壁がかたい砂の中に 530~630 フィートの深さに達するようにテストに使われた。この壁は水圧でこわれ、鈍化されたニトログリセリンをその内で爆発させることにより 1,000 コートおよび 890 コートが流出した。

(Chem. & Engrg. 4-28-69) (木村 真)

Canada Delta Explosives 社の Del-Cap

Cyanamid of Canada Ltd. の協力会社である Delta Explosives 社は衝撃抵抗が大で安定性もよい、ニトログリセリンを含まない、雷管には鋭敏な新しいタイプの爆薬 "Del-Cap" を紹介した。"Del-Cap" のコストは標準のダイナマイトよりも安く 60 % ストレングスのゼラチンニトロと同じ程度の威力を有し取扱いが容易である。これは一年の研究を経て完成した。

(Chemistry in Canada 3-69 p. 53) (木村 真)