

定着用膨張材を用いた鋼管継手の力学特性

九州工業大学 ○学生員 二島 建
同 上 正会員 出光 隆
同 上 正会員 渡辺 明
(株)新日本製鐵 福岡 哲一

1. まえがき

最近、液体、気体、粉体などを輸送する多くのパイプラインが建設されている。現在、それらに使用されている鋼管の継手には主に溶接工法が用いられているが、施工の点で困難な作業を伴う場合があり、他の施工性の良い工法の開発も検討されている。本研究では、その一方法として、すでにPC緊張材の定着等で実績があり、簡便かつ省力化が図れる定着用膨張材を用いる鋼管継手工法について、その実用性を検討した。

2. 供試体及び試験方法

2.1 付着試験方法

継手部の付着強度を求めるために予備実験を行った。図-1に供試体及び付着試験方法の概略を示す。定着用膨張材は500kgf/cm²以上の高膨張圧が生じるため、膨張圧を調整する目的で定着用膨張材に結合材を混合した。

2.2 水圧試験及び曲げ水圧試験方法

外鋼管と内鋼管の間に表-1に示す膨張材を縦打ちで注入し、鋼管を接合する。

表-1 定着用材料配合表

供試体 No.	定着用 膨張材	結合材		水	供試体 タイプ
		セメント	7547,754		
No.1	150	550	300	280	Type A
No.2	200	500	300	340	Type A
No.3	200	500	300	340	Type B
No.4	700	300	0	300	Type A

単位(g)

注) Type Bは、外径165.2mm、肉厚5.0mmの外鋼管を使用

注入後36~48時間で供試体に水を一杯に満ちし、図-2の装置で水圧試験を行う。水圧は、5kgf/cm²ごとに5分間保持する。最大水圧は、実際の水道管にかかる水圧の約6倍の30kgf/cm²まで加える。次に同供試体について曲げ試験を行う。水圧10kgf/cm²を保持した状態で荷重を加える。漏水が生じたときの合成角度(両側の角度の和)を求め、曲げ耐力を検討する。

3. 試験結果及び考察

図-3に付着試験結果、図-4に各供試体の膨張圧をそれぞれ示す。本試験で使用した内径R=10.53(cm)、肉厚t=0.45(cm)、許容応力 $\sigma_{ss}=1400(\text{kgf/cm}^2)$ の鋼管が耐えうる膨張圧pを求めると、 $2 \times t \times \sigma_{ss} \geq p \times R \cdots (1)$ より $p \leq 120(\text{kgf/cm}^2) \cdots (2)$ となる。水圧 $p_w=30(\text{kgf/cm}^2)$

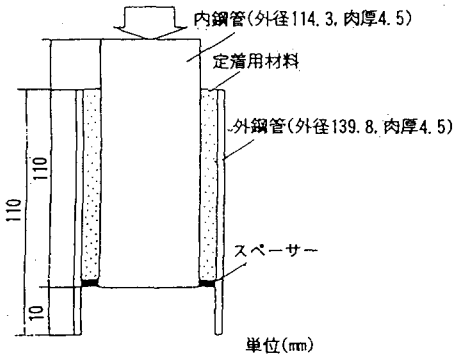


図-1 付着試験用供試体

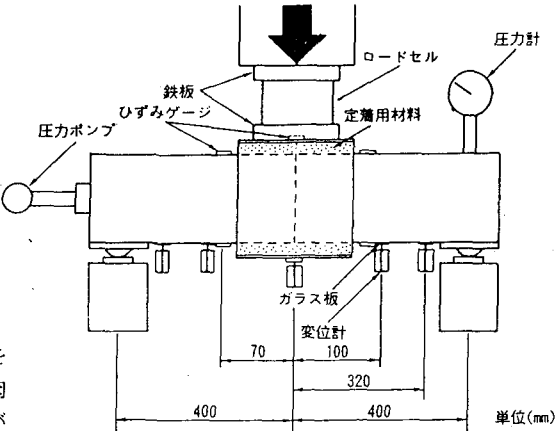


図-2 試験装置概略図

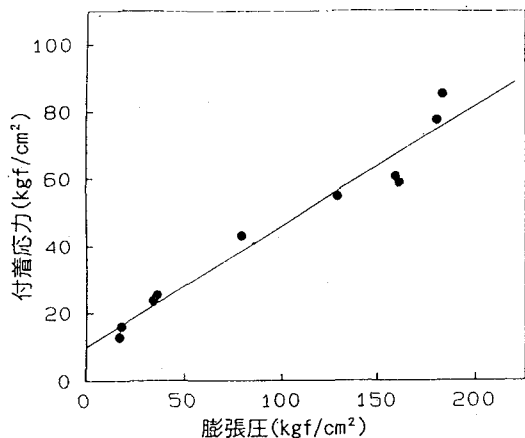


図-3 膨張圧と付着強度の関係

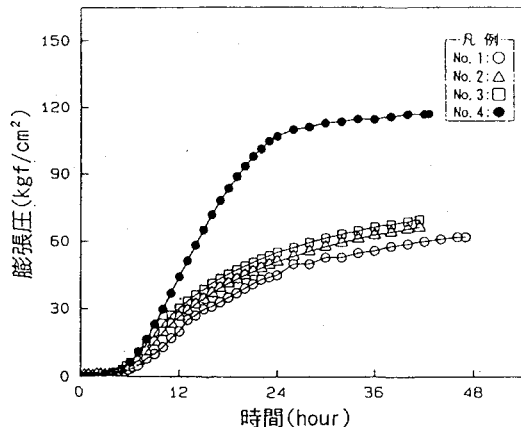


図-4 膨張圧経時変化

のとき鋼管が受ける力を F とすると、 $F = (\text{水圧}) \times (\text{鋼管内周断面積}) = 2.6(\text{tf})$ となる。付着強度 τ (kgf/cm^2)のときの鋼管の付着力 $P = (\text{付着面積}) \times (\text{付着応力}) = 0.22 \times \tau(\text{tf})$ となる。 $P > F$ とすると $\tau > 12.1 \text{ kgf/cm}^2$ の結果が得られる。図-3よりそのときの必要膨張圧 p_c を求めると $p_c > 15 \text{ kgf/cm}^2 \cdots (3)$ となる。いずれの配合も(2)、(3)を満たしている。本試験の供試体は 12.1 kgf/cm^2 よりも高い付着力で定着した。実際の水圧試験において、いずれの供試体も 30 kgf/cm^2 の水圧をかけても継手部の抜け出しや漏水は見られなかった。この結果から内径約 100 mm 、肉厚約 5 mm 程度の鋼管の場合、スリーブ長 12 cm 、膨張圧 55 kgf/cm^2 以上で接合すれば、管内の水圧 30 kgf/cm^2 に充分耐え得ることが実証された。

表-2に曲げ水圧試験結果一覧を示す。

表-2 曲げ水圧試験結果一覧

曲げ水圧試験においてNo. 1からNo. 3シリーズは全て合成角度 4.0° 以下で漏水が見られた。膨張材厚の厚いNo. 3シリーズは特に早い段階で漏水が見られた。したがって、膨張材厚を厚くすることは、継手部の曲げ耐力の向上にはつながらないと言える。No. 4シリーズでは、合成角度 5° になるまで荷重をかけ、その状態で30分間放置したが、漏水は見られなかった。膨張圧を高くすることによる付着強度向上の効果が顕著に表れている。

供試体 No.	膨張圧 (kgf/cm^2)	水圧試験 結果	曲げ水圧試験結果	
			最大モーメント($\text{tf}\cdot\text{m}$)	漏水状況
1-1	61	漏水無し	0.792	2.57°まで漏水無し
1-2	55	漏水無し	0.712	2.61°まで漏水無し
1-3	62	漏水無し	0.808	3.13°まで漏水無し
2-1	58	漏水無し	0.768	3.54°まで漏水無し
2-2	65	漏水無し	0.708	2.21°まで漏水無し
3-1	66	漏水無し	0.292	1.40°まで漏水無し
3-2	79	漏水無し	0.704	1.37°まで漏水無し
4-1	88	漏水無し	0.684	5.04°まで漏水無し
4-2	117	漏水無し	0.500	5.01°まで漏水無し
4-3	128	漏水無し	0.692	5.09°まで漏水無し

4. まとめ

- (1) 定着用膨張材にセメント、フライアッシュ等の結合材を混合することにより、適当な膨張圧と付着強度を有する鋼管継手用膨張材を得ることができる。
- (2) 膨張圧 55 kgf/cm^2 以上で接合すれば 30 kgf/cm^2 を加圧する水圧試験においていずれの供試体にも漏水は見られなかった。
- (3) 膨張圧 120 kgf/cm^2 以上で接合すれば、曲げ水圧試験において水圧 30 kgf/cm^2 をかけた後、合成角度 5° まで曲げても継手部に漏水は見られなかった。