

鋼管継手工法に用いる定着用膨張材の膨張圧に関する研究

九州工業大学 学生員 小山田夏樹 九州工業大学 正会員 出光 隆
同 上 正会員 山崎 竹博 同 上 篠原 晃

1. はじめに

液体、気体、粉体などを輸送する鋼管の継手はほとんどがパイプ溶接である。一般に溶接には熟練した溶接技術者が必要とされ、仕上がりの品質にもばらつきが生じ易い。品質のばらつきにはガスを輸送するの安全性にも影響することになる。そこで施工性がよくて特殊技術を必要とせず、均一な継手性能が得られる方法として定着用膨張材の膨張圧を応用した鋼管継手工法について検討した。

現場における鋼管継手工法の実用化の目的を立てるため既に、中口径（直径300mm）の鋼管で施工性施工性を確認しているが、膨張圧の発現に時間がかかるため施工能率が悪い。本実験では強度の早期発現を検討してきたが一方では膨張圧が高くなりすぎる影響も出た。この時、高膨張圧の発生は内管の座屈を生じさせる可能性があるため、先に外鋼管を降伏させることによって膨張圧の発現を抑制し、内管の座屈を防ぐことを検討することにした。本実験では市販されている鋼管で継手供試体を作り膨張材置換率と圧力の関係について、また養生温度の違いによる膨張圧の変化について実験的検討を行った。

2. 実験概要

2-1 養生温度

図-1に示すように鋼管を組み合わせる供試体を作製し、その鋼管に直交ゲージを貼付した後、膨張材置換率2、10%の膨張性モルタルを充填した。室温をそれぞれ10度、20度、30度の一定として養生し、膨張圧の発生状況を測定する。

2-2 膨張材容積率の変化と鋼管の組み合わせ

表-1に示した鋼管の組み合わせで継手を作成し膨張材置換率を表-2のように変化させて膨張圧の特性を調べる。表中*印で示す組み合わせタイプAは降伏しない設計であり、**印で示す組み合わせタイプBは外鋼管が降伏する様に設計してある。

ここで膨張性モルタルには膨張材（比重：3.21）と注入時の流動性を確保するため無収縮グラウト材（比重：2.88）を混合し使用した。表-3に配合表を示す。

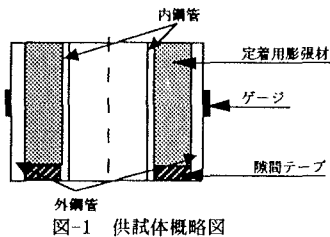


図-1 供試体概略図

表-1 鋼管のサイズ

供試体	鋼管	管壁 (mm)	外径 (mm)	内径 (mm)	長さ (mm)
* 小口径タイプA	外鋼管	STW290 t=5.0	165.2	155.2	120
	内鋼管	STW370 t=4.9	114.3	104.5	
	* 外鋼管	STW290 t=5.0	165.2	155.2	
	内鋼管	STW290 t=4.5	114.3	105.3	
* 中口径タイプA	外鋼管	STW400 t=6.0	406.6	394.6	150
	内鋼管	STW370 t=5.4	318.5	305.7	
	** 外鋼管	STW370 t=7.9	406.6	392.6	
	内鋼管	STW290 t=6.9	318.5	302.7	

表-2 鋼管と膨張材置換率の組み合わせ

膨張材置換率 (%)	2	4	8	10	12	16
口径・タイプ						
小口径タイプA	○	○	○	○	○	
小口径タイプB		○	○		○	○
中口径タイプA	○	○	○	○		
中口径タイプB		○	○	○	○	

表-3 配合表 (1000cc当たり)

膨張材容積率 (%)	水・材料比 (%)	膨張材 (g)	無収縮グラウト (g)	水 (g)
2	20	64	1,767	366
4		128	1,707	367
8		257	1,587	369
10		321	1,527	370
12		385	1,467	371
16		514	1,347	372

3. 実験結果および考察

養生温度の違いによる膨張圧の発現状況を図-2、図-3に示す。

膨張材容積率2%、10%ともに養生温度が高いほど膨張圧の発現は早いことが判る。しかし膨張が終息する時点での膨張圧は20度の時が最も高かった。この理由としては養生温度30度の場合、モルタルの硬化速度および膨張反応が速か

ったため、結晶の強度が十分に得られず最終的な膨張圧は20度に比べて小さくなったものと考えられる。
また温度の低い10℃ではセメント成分の硬化は進むが、大きい膨張結晶が析出せず、膨張圧は上がらなかったものと考えられる。

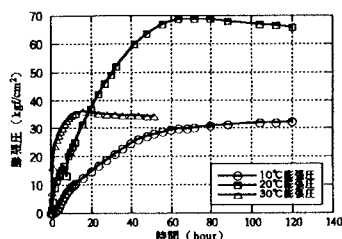


図-2 膨張材率2%温度と膨張圧の関係

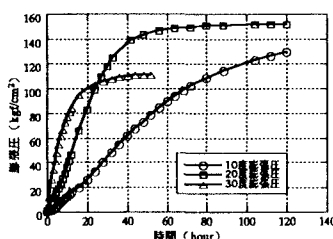


図-3 膨張材率2%温度と膨張圧の関係

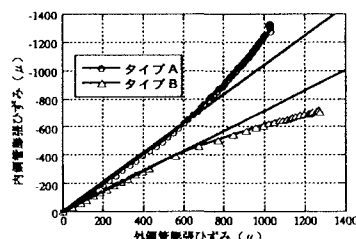


図-4 小口径における内管と外管の膨張ひずみの関係

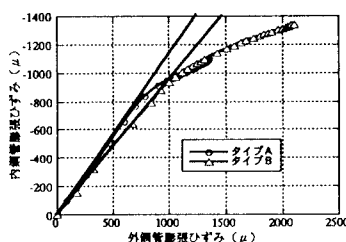


図-5 中口径における内管と外管の膨張ひずみの関係

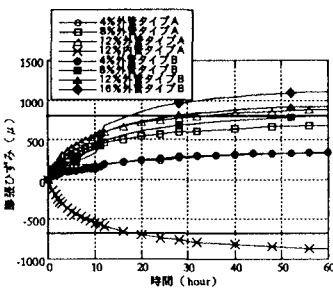


図-6 小口径における内管・外管の膨張ひずみと時間の関係

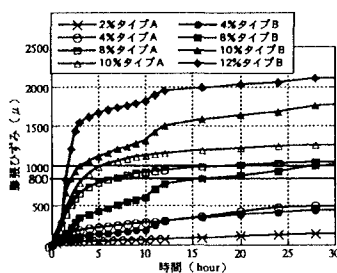


図-7 中口径における外管の膨張ひずみと時間の関係

小口径、中口径における内鋼管と外鋼管の膨張ひずみの関係を図-4、図-5に示す。同図で鋼管が弾性的に挙動する場合、内、外の鋼管ひずみは直線的関係となる。

小口径タイプAは、内鋼管の膨張ひずみが800 μ 当たりから直線的挙動を離れ内鋼管が座屈していることを示している。鋼管の組み合わせタイプBは、外鋼管の膨張ひずみが700 μ 当たりから直線的挙動を離れ、外鋼管が降伏していることを示している。図-6よりタイプAでは膨張材置換率を8%以上になると20時間ほどで内鋼管が座屈する可能性は高いといえる。またタイプBでは膨張材容積率12%以上用いると30時間ほどで外鋼管が先に降伏して内鋼管の座屈を防ぐことができる。

中口径においては鋼管の組み合わせAでは外鋼管の膨張ひずみが800 μ 当たりから、鋼管の組み合わせBでは1000 μ 当たりから直線的挙動から離れており、外鋼管が降伏したことを示している。図-7より中口径においては膨張材置換率を8%以上では5時間ほどで外鋼管が先に降伏して内鋼管の座屈を防ぐことができる結果を得た。

4. まとめ

- (1) 養生温度は高いほど膨張圧は早期発現するが膨張が安定する時点での膨張圧は20度が最も高い。
- (2) 小口径タイプAでは膨張材置換率が8%以上で内鋼管が座屈する。タイプBでは12%以上用いると30時間ほどで、中口径では8%以上用いると5時間ほどで外鋼管が降伏し、内鋼管の座屈を防ぐことができた。また膨張圧の早期発現によって施工時間の短縮も可能となる結果を得た。

参考文献

- [1] 立石健二、出光隆、山崎竹博、柿崎稔；“定着用膨張材を用いた鋼管継手の膨張圧制御に関する研究”、土木学会第51回年次学術講演会 p866-867、1996.9

謝辞 御協力頂いた新日本製鉄株式会社、柿崎稔氏に深謝の意を表する。