

膨張性モルタルを用いた鋼管拡幅継手工法に関する実験的研究

九州工業大学○学生員 服巻 健二 九州工業大学 正会員 出光 隆
同 上 正会員 山崎 竹博 同 上 学生員 高崎 憲太郎

1. 実験背景

一般に、大断面の鋼管を接合する方法として溶接工法を用いることが多い。しかし溶接部分は地震時の地盤変動等に対して応力集中等を生じ易く、かつ割れが生じ易い。また溶接工法は天候や地盤の水分等にも影響され、熟練した技能者が必要であるなど作業環境による制約を受け易い。

本研究では作業環境による制約を受けにくく柔軟性を持った継手として直径の異なる管を挿入した後、重複部をリング状に拡幅し、その機械的接触力で接合する鋼管拡幅継手工法を検討した。また挿入した鋼管の隙間部分に膨張モルタルを注入して、止水する方法についても検討した。

2. 実験概要

2.1 実験目的

本実験では鋼管継手の耐力を図1、2に示す様に、内外に重ねた2重の鋼管を拡幅した瘤で受け持たせることにした。実験では継手の拡幅部における力の伝達状況を調べるため、片側の拡幅量 δ を5、10、15mmに変化させて軸方向のひずみ分布を調べた。また図3の様に内鋼管を直管とし外鋼管のみを拡幅して、両管の間に膨張モルタルを注入する工法についても拡幅量の相違と膨張圧力との関係を調べた。

2.2 実験方法

使用した鋼管の規格及び寸法を表1に示す。

機械的接触部の応力状態 継手によって伝達される応力状態を継手部の圧縮試験から測定した。ひずみ測定には図1に示すストレインゲージを使用した。

止水モルタルの注入 膨張モルタルには、定着用膨張材（比重：3.21）と無収縮グラウト材（比重：2.88）を混合して用いた。表2に示す配合は、外鋼管が降伏しない程度の膨張圧（ $10\text{N}/\text{mm}^2$ 程度）が得られる様に定めた。鋼管の隙間部（5mm）に膨張材が容易に注入できる様に、無収縮グラウト材を1.2mmふるいで振って用いた。

膨張圧の測定には図3に示すストレインゲージと圧力計を併用した。この時、膨張圧は原田らの式¹⁾に鋼管の円周方向ひずみ・軸方向ひずみを用い、それぞれ外鋼管は外管法、内鋼管は内管法を用いて計算した。

3. 実験結果および考察

機械的接触部の応力状態（荷重～変位） 圧縮試験の結果より得られた荷重と相対変位の関係を図4に示す。

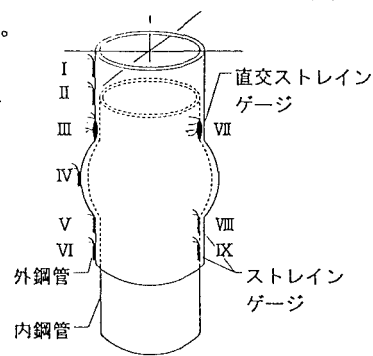


図1 継手供試体の形状及びひずみ測定位置

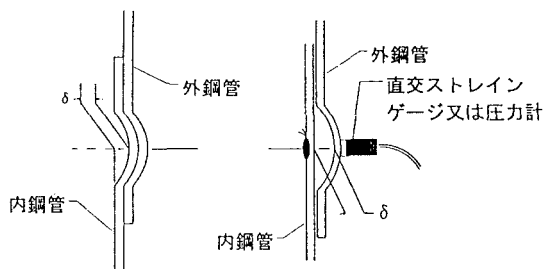


図2 機械的接触部の拡幅部形状

図3 膨張モルタル注入部の拡幅部形状及びひずみ測定位置

表1 鋼管の規格および寸法

	外鋼管	内鋼管
内径	116.3mm	105.3mm
外形	124.5mm	114.3mm
板厚	4.1mm	4.5mm
長さ	250mm	310mm
材質	STKM-13A	SGP
隙間	1.0mm (片側)	

表2 配合（1000cc当たり）

膨張材容積率 (%)	水-材料比 (%)	膨張材 (g)	無収縮グラウト材 (g)	水 (g)
10	20	321	1527 (1328)	370

※ () 内は、1.2mmふるい通過量

図4から継手部の最初のずれは鋼管の拡幅量の大きいもの程大きく、拡幅量5mmで60kN、10mmで200kN、15mmでは300kNにも達した。その後各鋼管は徐々に相対すべりを生じながらすべっていく。このとき拡幅量5、10mmでは内鋼管が降伏しないため外鋼管を押し広げ、鋼管の相対すべりは徐々に大きくなることが分かった。継手の拡幅量が大きい程耐力が大きくなる原因として、拡幅部の接触面積が大きくなるにつれて拡幅部の荷重分担率が大きくなることがあげられる。但し拡幅量15mmでは内鋼管の継手下側が座屈により破壊した。

(拡幅部の応力伝達状態) 鋼管拡幅部の応力伝達状態を調べる目的で各荷重ごとにひずみ分布を測定し鋼管に作用する軸力を求めた。それらの中から拡幅量5mmと15mmの例を図5及び図6に示す。継手内の接触が均一であれば内鋼管から外側鋼管へと軸力はスムーズに伝達されるはずであるが上部からの長さ10cm(拡幅開始点Ⅲ)でいずれの結果も軸力が作用する荷重よりも大きくなっている。これは、鋼管の拡幅部に生じた曲げ圧縮ひずみを基に軸力を計算したことに起因する。このことから拡幅量は必要以上に大きくしないことが望ましい。

以上の圧縮試験から鋼管継手部の耐力は拡幅量5mmで100kN、拡幅量10mmで210kN、拡幅量15mmで320kNであることが判る。また鋼管単体の耐力は549kNにも達し、拡幅継手はその58%程度である。

止水モルタルの膨張圧 膨張モルタルの注入後の外・内管法による膨張圧の経時変化を測定した。膨張圧の算出については、外鋼管を半球状に加工しているため、外管法による測定ひずみから圧力を算出することは困難である。そこで膨張圧を内管ひずみ及び圧力計の値から算出した。その結果を図7に示す。それらの結果、圧力計の値から目標膨張圧 $10\text{N}/\text{mm}^2$ は拡幅量によらず十分に満足できることが判った。一方ひずみ測定値からの算出圧力は、内管法でも半球状の加工部の影響を受け圧力計の測定値より小さく算出されている。この程度の膨張圧下では、既に水道管(圧力 $3\text{N}/\text{mm}^2$ 程度)の止水効果が確認されている。²⁾

4.まとめ

- ①機械的接触部では、必要以上に拡幅量を大きくしないことが大切であり、拡幅量10mm程度が望ましい。
- ②止水モルタルの膨張圧は、拡幅量によらず目標膨張圧 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 程度が得られた。
- ③拡幅部の膨張圧測定には外管法は適用できず、内管法にも2～3割程度の誤差が生じるので注意を要する。

1) 原田哲夫・出光隆・渡辺明：静的破砕剤を用いたコンクリートの解体に関する基礎的研究、土木学会論文集、第360号、p p.61～70、1985

2) 二島建・出光隆・渡辺明・福岡哲一：定着用膨張材を用いた鋼管継手の力学特性、土木学会西部支部概要集、p p.848～849、1994.3

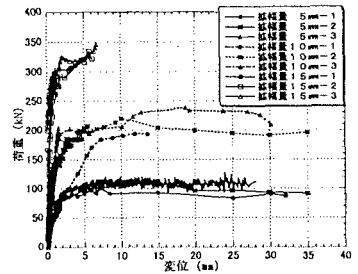


図4 荷重と変位の関係

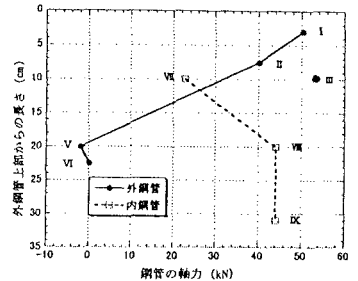


図5 拡幅量5mmの応力伝達状態(40kN)

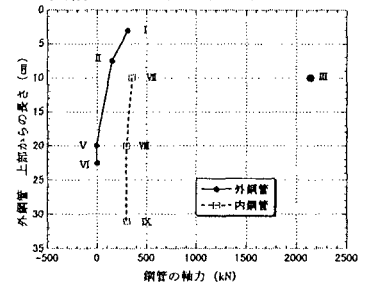


図6 拡幅量15mmの応力伝達状態(300kN)

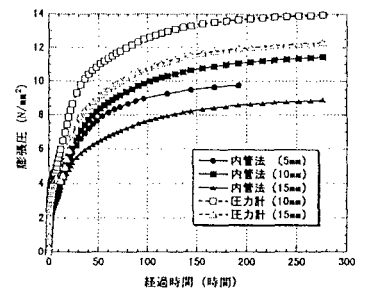


図7 内管法・圧力計による膨張圧の経時変化