

# 異形式鋼管接着継手を有するパイプルーフ工法

首都高速道路公団東京建設局建設第一部設計第一課

並川賢治

同上

大場新哉

SJ35(2-2)トンネル工事日本国土・大本建設共同企業体

栗原敏夫

新日本製鐵(株)建材事業部建材開発技術部土木基礎建材グループ

川端規之

## 1. はじめに

現在建設中の首都高速中央環状新宿線は環状6号線下を延長約10kmに渡りトンネル構造を採用する。神田川と交差部においては、河川および直下を営業中の都営地下鉄大江戸線への影響を考慮し、パイプルーフ工法を採用する。パイプルーフ工法で用いられている鋼管矢板の現場継手は通常溶接により施工されるが、溶接継手の場合、全体工程に閉める継手時間の割合が大きいこと、溶接の作業条件が天候などに左右されること等の課題がある。神田川交差部においては、両側の立坑の上部空間に制約があり、鋼管の継手箇所が多いため、全体工程を短縮するために異径鋼管を用いた接着継手工法を採用することとなった。本稿では、この異形式鋼管接着工法の概要及び継手の基礎性能に関する知見を得るために行った曲げ載荷試験について報告する。また、継手長の設定について解説を加える。

## 2. 異径鋼管接着継手工法

異径式鋼管接着継手工法は、径の異なる鋼管を必要継手長だけラップして重ね、ラップした鋼管の隙間に接着剤を注入し、継手構造とするものである。1000程度の鋼管であれば、継手部の溶接に2時間程度必要とするが、接着継手の場合約30分と大幅な施工時間の短縮が期待できる。また、接合作業員は免許や特殊技能を必要とせず誰でも安定した接合品質を確保できる、雨天等外部作業条件の影響を受けないといった長所がある。工費についても、継手時間の時間の短縮により全体コストの縮減につながる。

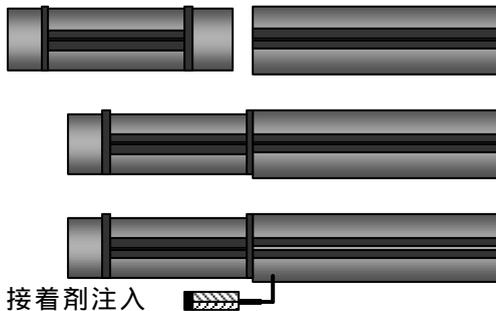


図 - 1 接着継手概念図

## 3. 継手曲げ載荷試験

### (1) 試験概要

本工法における継手部の耐荷性能を確認すると

ともに、継手長設定のための基礎データを収集する目的で載荷試験を行った。供試体はSKK400の鋼管を用い、外径600mm、板厚12mmの小径管と外径630mm、板厚12mmの大径管を用いた供試体とし、継手長の異なる3体とした（表1参照）。継手長は次式から算出した。

継手長 = 管厚 × 鋼管応力 / 接着剤のせん断強度

継手長(Ls)は接着剤のせん断強度を10N/mm<sup>2</sup>とし、鋼管応力を鋼管の規格降伏応力(=235N/mm<sup>2</sup>)として算出したLs=282mmを基準(YB-2)として、その1.3分の1倍となるLs=210mm(YB-1)と1.3倍となるLs=367mm(YB-3)を設定した。

表 1 供試体種類

供試体名	大径鋼管 Dl, tl(mm)	小径鋼管 Ds, ts(mm)	継手長 Ls(mm)	備考
YB-1	630, 12	600, 12	210	L=0.36D
YB-2	630, 12	600, 12	282	L=0.49D
YB-3	630, 12	600, 12	367	L=0.64D

曲げ試験は、3000kN構造物試験装置により純曲げ区間を1.5m設けた、2点載荷の曲げせん断試験とする（図4参照）。載荷試験は単調載荷試験とするが、許容応力度及び規格降伏応力荷重で一旦除荷し、残留たわみの計測を行うものとした。計測は各載荷レベルごとに、荷重、変位、鋼管ひずみについて行うこととした。

### (3) 試験結果

図2に各供試体で得られた荷重変位関係を示す。尚、表中、「許容荷重」は鋼管が許容応力度に至ると想定される載荷レベル、「仮設荷重」は許容応力度を仮設時割増した応力度に至る載荷レベル、「降伏荷重」は規格降伏応力に至る載荷レベルである。YB-1では荷重が501kNで鋼管一般部の最外縁が許容応力度に達したが変状は見られなかった。一旦荷重を除荷し再載荷を行い鋼管一般部の最外縁が仮設時許容応力度に相当する応力度に達したときに、大きな音とともに接合部接着剤が破壊に至り、急激に耐力を消失した。YB-2,3では両供試体とも仮設時荷重及び降伏荷重までの載荷では変状が認められず、荷重を除荷し再載荷を実施し

た結果、YB-2では940kNで、YB-3では960kNで接着剤が破壊に至り急激に耐力を消失した。

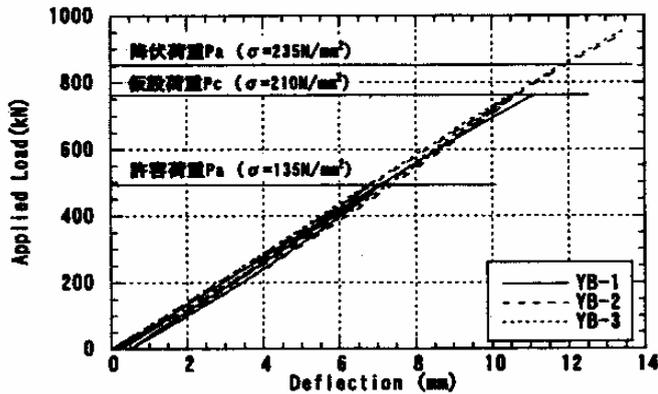


図 - 2 荷重 変位図

図 3に YB-1 の接合部近傍における圧縮縁の軸方向ひずみ分布図を示す。接合区間内で軸ひずみ分布がほぼ線形に推移していることから、接着剤のせん断力を介して荷重伝達が図られていることが確認できる。尚、他の供試体及び引張縁の軸方向ひずみについても同様の結果が得られた。

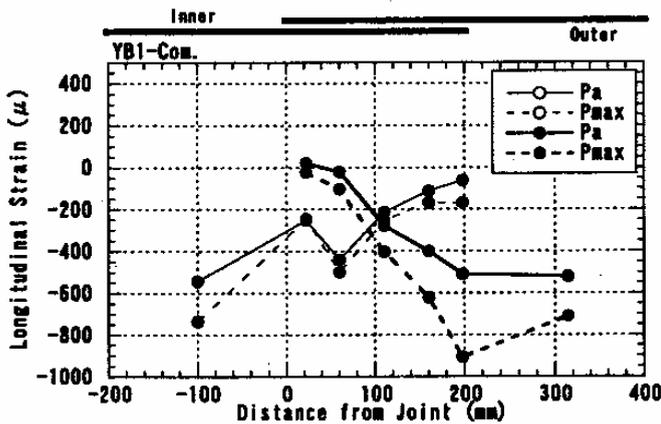


図 - 3 圧縮縁軸方向ひずみ分布 (YB-1)

4 . 考察

(1) 試験結果の評価

本試験で得られた最大耐力と仮設時荷重及び降伏荷重との比率を表 2に示す。YB-1 試験では予想通りに仮設荷重と同等の荷重で破壊に至り、YB-2 試験では降伏荷重を2割上回る荷重で破壊に至っている。一方、YB-3 試験では YB-2 試験と比較して継手長が3割増に設定したにも関わらず降伏荷重の1.25倍と YB-2 とほぼ同等の荷重で接着剤の破壊に至った。これは接合部鋼管が降伏すると局部的に鋼材ひずみが急増し、接着剤が変形に追従できなくなるためであると考えられる。

表 2 耐力比較

	継手長 (mm)	最大荷重 Pmax (kN)	Pmax/Pc (=767kN)	Pmax/Py (=858kN)
YB-1	210	761	0.99	0.89
YB-2	282	940	1.23	1.10
YB-3	367	961	1.25	1.12

各試験の最大荷重時において、引張縁及び圧縮縁に作用した接着剤の最大平均せん断応力度の算定すると、引張側のひずみが高い傾向にあり、YB-1,2 の試験の引張側から算定した平均せん断応力度は約 12~13N/mm<sup>2</sup>であった。この値は最大荷重時に小径鋼管で計測されたひずみ値より鋼管に発生する応力度を算出し、その値を用いて次式により算定した値である。

$$\text{平均せん断応力度} = \text{引張応力} \times \text{板厚} / \text{継手長}$$

(2) 継手長の設定

今回の実験結果等を踏まえ、鋼管の継手長を設定する。継手長は以下の式により設定するものとした。

$$L = L_s + L_a$$

ここで、L：必要継手長(mm)

Ls：構造設計上の継手長(mm)

La：耐久設計上の継手長(mm) (20mm)

$$L_s = t \times s_y / a_d$$

ここで、t：鋼管の板厚(mm)

sy：鋼管の降伏応力度(N/mm<sup>2</sup>)

ad：接着剤の設計せん断強度(N/mm<sup>2</sup>)

$$a_d = a / a_s$$

ここで、a：接着剤のせん断強度(N/mm<sup>2</sup>)

as：安全率

当該工区でしようする鋼管（1025及び1000、板厚22mm（SKK400）、使用条件：仮設、隙間3mm）について継手長を算出すると約500mmとなる。

5 . まとめ

本稿では異径式鋼管接着継手工法の概要を説明し、継手の基本性能把握のために行った曲げ載荷試験結果を報告した。試験を通して継手の耐力は十分に確保できることが確認できた。実際の施工にあたっては、接着剤の充填性や品質・安全の管理、緊急時の対応や効率的施工を図った施工マニュアルの作成等が課題である。

参考文献

- 1)西海，：鋼管杭の拡径式接着継手の曲げ耐荷性能に関する実験，土木学会第55回年次学術講演会，2000
- 2)安達，：複合構造橋脚用鋼管の接着剤による現場継手工法に関する実験的研究，土木学会第56回年次学術講演会，2001

Key Word：鋼管継手、接着式、パイプルーフ工法、曲げ載荷試験、継手長