

III-220

パイプビーム本設用継手の疲労実験

住友金属工業（株）	正員 喜田 浩
鉄道総合技術研究所	正員 小山 幸則
J R 九州	正員 宮武 洋之
住友金属工業（株）	正員 近藤 邦明

1. まえがき

既設鉄道下の地下道建設に用いられるパイプビーム工法は、水平鋼管矢板で形成される仮設構造である。この構造のルーフ部を、長期の荷重分配効果が期待できる継手により本設構造とする場合は、RCボックスルーフ部の省略、道路縦断の上方設定等、施工面・経済面での改善が可能である。そこで、耐疲労性を有する本設用継手の開発を目的に実大継手を用いた静的実験および疲労実験を実施したので、ここに報告する。

2. 実験概要

表1に実験および供試体の種類を示す。供試体は、実大継手部分模型5体および5本組構造模型1体の計6体である。このうち静的実験に用いた供試体は、従来の水平鋼管矢板継手であるL-T型継手および本設用としてのL-T-P'型継手の2体で、後者はL-T型継手下側に鍍型に加工した2枚のプレートを溶接し、モルタルを充填している。

疲労実験では、L-T-P'型継手のプレートを一枚ものとしたL-T-P型1体、これを連結ボルトφ10mmで補強したL-T-P-B型1体、補強をスタッドジベルφ13mm×40mmとしたL-T-P-D型1体の計3体の部分模型と、継手にL-T-P型を用いた構造模型1体である。図1には、疲労実験に用いた実大継手部分模型の1例（L-T-P型）を示し、図2には5本組構造模型を示した。

疲労実験の荷重方法は、部分模型に対し継手に許容せん断力 $q=180\text{kgf/cm}$ が生じるように $P_{\max}=18\text{tf}$ の片振り荷重とした（ $P_{\min}=2\text{tf}$ ）。構造模型では、K-16（列車荷重）に衝撃係数（0.25）を考慮し、2tfの上載荷重を加味した $P_{\max}=22\text{tf}$ 、 $P_{\min}=2\text{tf}$ の片振り荷重であり、荷重位置は、継手に対し最も厳しくなるスパン中央線上での2点集中荷重である。

最後に、充填モルタルの圧縮強度を表2に示した。これによると、静的実験供試体のモルタル強度が最も高い。

3. 実験結果および考察

3.1 実大継手部分模型による静的荷重実験

図3に従来L-T型継手と本設用L-T-P'型継手の荷重-変位曲線を併せて示す。図より、従来継手に比較し、本設用継手は最大荷重値で約2.8倍、初期剛性で約4.0倍の値を示すことがわかる。これは、従来継手下側の充填モルタルが、形鋼の変形を拘束することによると考えられる。

表1 実験および供試体の種類

区分	実大継手部分模型					構造模型
実験種別	静的荷重実験					疲労実験
名称	L-T型	L-T-P'型	L-T-P型	L-T-P-B型	L-T-P-D型	S-M
継手構造						L-T-P型 使用
奥行 (I)	200		500			図-2参照

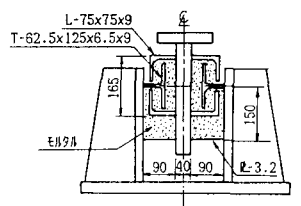


図1. 実大継手部分模型(L-T-P型)

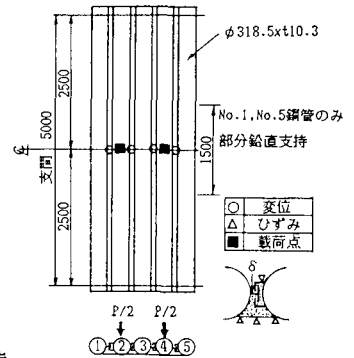


図2. 5本組構造模型

表2 モルタルの強度 (σ_{28} :kgf/cm²)

供試体名称	強度	備考
L-T型	425	膨張性 列外使用
L-T-P型		
L-T-P-B型		
L-T-P-D型	339	
S-M型	392	

3.2 実大継手部分模型疲労実験

(1) 継手モルタルの変化

図4に繰返し回数の増加にともない生じたモルタル部の剝離・ひび割れ状況の最終状態を示す。L-T-P型では、繰返し回数 $N=20$ 万回以降 150 万回までモルタルと継手鋼材間の剝離・ひび割れが観察されたが、その後の繰返し回数の増加に対しモルタルに変化は見られない。L-T-P-B型では、 $N=80$ 万回以降、L-T-P-D型では $N=40$ 万回以降からモルタルに変化は見られず、補強の程度に対応している。しかし、本結果は、モルタル部に関し、補強の有無に関わらず剝離が生じることを示すとともに、ある繰返し数以上では、モルタル部の疲労損傷が停止することを示すものと考えられる。すなわち、いずれの型式の継手でも十分な疲労耐久性を有するものと考えられる。

(2) 継手剛性の変化

図5に疲労実験前後の静的載荷による荷重-変位曲線を示す。本結果では、各供試体とも疲労実験前後で、わずかな剛性低下を示し、かつ、補強の程度に応じ剛性が増加することがわかる。

しかし、 $P_{max}=18tf$ での変位量が $0.2\sim0.6mm$ と極めて小さく、 $N=200$ 万回の疲労実験後において従来L-T型継手の初期剛性に対し約 $1.7\sim4.1$ 倍の値を維持することから、継手の荷重分配効果は、長期の供用に対し十分保証されるものと考えられる。

3.2 構造模型疲労実験

最後に、L-T-P型継手を用いた5本組パイプビーム構造模型における継手部の荷重-変位曲線を図6に示す。本図は変位および継手部材の歪値が最も大きな値を示すNo.4, No.5鋼管間での結果である。

図から、疲労実験前後において変化が認められないことが確認された。

なお、部材各部の歪量は、繰返し回数の増加に拘らず一定で、最大歪はT型鋼ウェブ上で約 350μ 、プレート下面で約 80μ 、L型鋼上面で約 60μ を示し、溶接部の疲労についても問題を生じないと考えられる。

4. まとめ

実大継手を用いた疲労実験により、従来継手下側にプレートを溶接し、モルタルを充填する継手構造(L-T-P型)は、これらが、継手形鋼の変形を拘束するため、継手の強度・剛性を大幅に向上するとともに、設計荷重による 200 万回の繰返し載荷に対し十分な耐久性を有することが判明した。今後、この種の継手を用いパイプビームのルーフ部を本設ルーフとすることで、合理的な地下構造の建設が可能と考える。

参考文献: 1) 後藤、山下、飯田; 水平鋼管矢板構造の継手による荷重分配性状、土木学会論文集、第344号/1-1、1984年4月

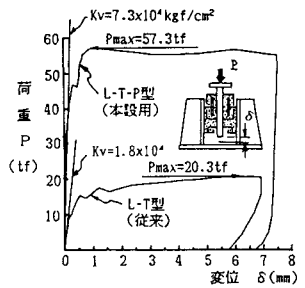


図3. 荷重-変位曲線(静的載荷)

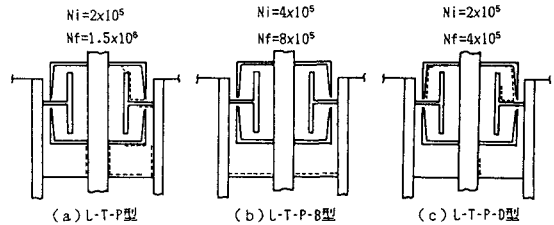


図4. モルタル部の最終剝離・ひび割れ状況

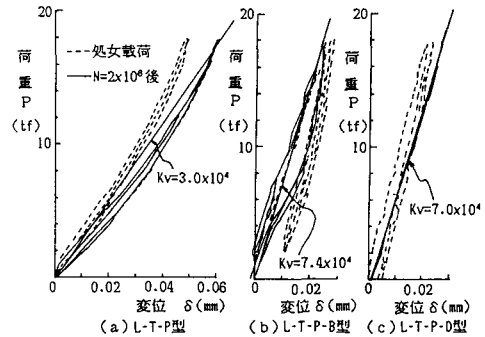


図5. 荷重-変位曲線(繰返し載荷)

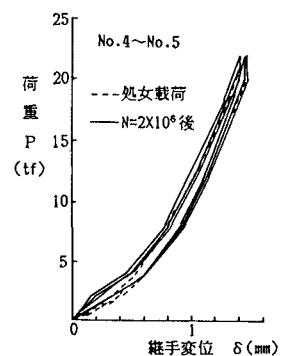


図6. 荷重-変位曲線(S-M)