

仮締切工法用ライナープレートの水圧作用時の強度試験

コルゲート・ライナー技術協会 正会員 ○大高範寛

JFE 建材株式会社 鎌崎祐治 木村栄昭

日鐵住金建材株式会社 藤本雄充 グェンハデューン

早稲田大学理工学術院 正会員 小泉淳

1. はじめに

ライナープレート（以下「LP」と呼ぶ）を用いた仮締切工法は、比較的水深の浅い河川や橋梁の桁下空間の狭い場所等で数多くの実績を持つ工法である（写真-1）。本協会では、LP を仮締切工法に用いる場合には、通常の土留め材としての設計方法に加えて、経験的に補強リング（以下「HR」と呼ぶ）ピッチを密にすることや本体板厚を大きくするなどの安全側の設計を推奨してきた。しかしながら、物件によっては、コスト削減の観点から、特別な措置を講じることなく、土留め材としての設計法のみによる場合があり、施工時に深度が大きい箇所に直線 LP を用いた場合に、本体に変形が生じた事例が報告されている。本試験は、実物大の直線 LP に水圧を作用させ、HR ピッチの影響および板厚の影響について確認することを目的として行ったものである。



写真-1 仮締切工法施工状況

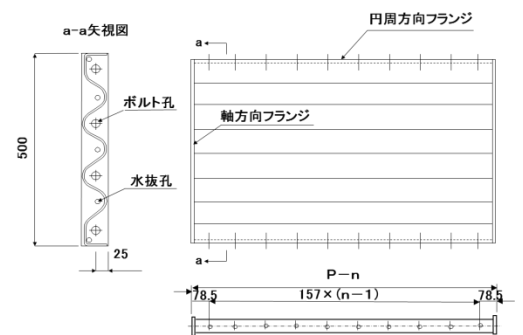


図-1 直線 LP 形状寸法

2. 試験方法

試験体には、図-1 に示すような直線 LP（材質 SS330 降伏点 205N/mm²）を複数枚ボルトにて締結したものを使用した。試験は図-2 のような鋼製水槽の 1 面に LP を配置し、内部を満水にした後、手動ポンプによる加圧を行いながら、変位量およびひずみを計測するものである。試験ケースは以下のとおりである。

Case 1: LP 板厚 $t=2.7\text{mm}$, 1 段(HR ピッチ 0.5m)

Case 2: LP 板厚 $t=2.7\text{mm}$, 2 段(HR ピッチ 1.0m)

Case 3: LP 板厚 $t=4.0\text{mm}$, 1 段(HR ピッチ 0.5m)

Case 4: LP 板厚 $t=4.0\text{mm}$, 2 段(HR ピッチ 1.0m)

なお、LP 間の止水は、実際の施工と同じく EPDM 発泡体のパッキング材（幅 50mm×厚さ 10mm）をフランジ部で挟み込みボルトで締め付ける方法によった。図-3 は LP 供試体の配置状況および代表的な計測位置を示したものである。2 段の場合は上下で千鳥配置とした。

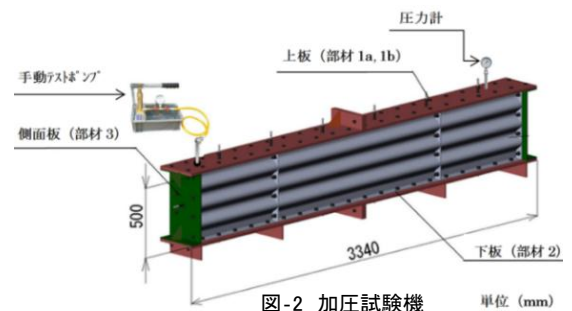


図-2 加圧試験機 単位 (mm)

3. 試験結果

図-4 にケースごとの最大圧力時の変位量を示す。いずれも試験体の中央部において最大の変位を示した。1 段の場合は、LP (P-10) の中央部の山部 D4 で最大約 40mm 外側に変形した。2 段の場合は、LP の千鳥配置の交点 D23 で約 60mm 外側に膨らむと同時に、フランジが約 10mm 開き、そこから漏水が生じた。なお、1 段、2 段それぞれ、変位量が 40mm, 60mm 程度を超えるとポンプ

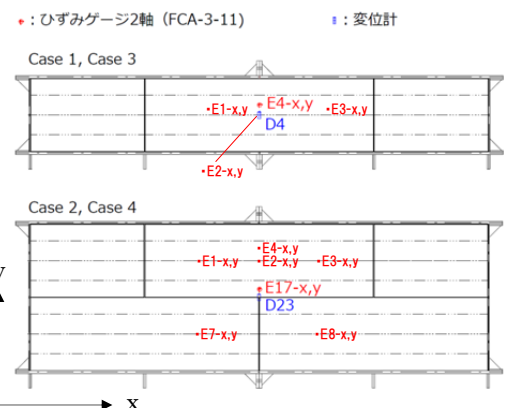


図-3 LP 配置および計測位置図

キーワード 仮締切, ライナープレート, 耐震補強, リングピッチ, 板厚, 止水

連絡先 〒135-0042 東京都江東区木場 2-17-12 (SA ビル) コルゲート・ライナー技術協会 TEL 03-3630-2549

からの給水量よりも漏水量が大きくなり、加圧できずに試験を終了した。

図-5 は圧力-変位曲線を、表 1 は圧力と変位の最大値を示したものである。また、図-6～図-9 は Case3, 4 のひずみと圧力の関係を示した例である。表 1 から、1 段の場合は、板厚 2.7mm で最大圧力が 0.1MPa、4.0mm で 0.185MPa となり、図-6 および図-7 から、x 軸、y 軸方向ともにスパン中央谷部 (E4) で降伏した (降伏ひずみの規格値 1025μ) ことがわかる。x 軸方向のひずみは変形にともなうものであり、設計で検討している曲げ圧縮ひずみと一致する。y 軸方向のひずみは、波板の形状が水圧によって平板の状態に戻される際の変形によるものと考えられる。

一方、上下 2 段の場合には、板厚による圧力の違いは多少見られるものの、図-8 において x 軸方向での降伏が確認されず、部材全体としての耐力を十分に発揮する前に、y 軸方向の鉛直方向中央フランジ部 (E17) 付近で局所的な降伏が生じ、変位量が増加したと思われる。したがって、HR ピッチを 1.0m 以上にした場合には、通常的设计で期待している水圧よりも低い圧力で y 軸方向の局所的な変形が生じ、その結果生じる漏水により必要な止水性能を確保することが難しいことがわかる。

このため、直線 LP を仮締切工法で用いる場合には、HR ピッチを 0.5m ピッチとするか、もしくは鉛直方向の変形を抑制するような補強を行うことが望ましいことがわかる。また、HR ピッチを 0.5m とした場合、最大圧力に対して安全率を 1.2 とすれば、最大耐力は、 $t=2.7\text{mm}$ で 0.8MPa、 $t=4.0\text{mm}$ で 1.5MPa となり、それぞれ水深 8.0m、15.0m 程度の静水圧に対して適用できると考えられる。

4. まとめ

仮締切に直線 LP を用いた場合、本実験から得られた結論は以下のとおりである。

①小判型 LP や矩形 LP 立坑のように平面形状に直線部をもつ LP を仮締切工法に適用する場合、HR は 0.5m ピッチに配置することが望ましい。

②適用最大深度は、板厚 $t=2.7\text{mm}$ の場合 $H=8.0\text{m}$ 、 $t=4.0\text{mm}$ の場合 $H=15.0\text{m}$ 程度以下を目安とすることが望ましい。

なお、これらの結果は本協会が今まで行ってきた実務の感覚と一致している。また、本実験の実施にあたっては、早稲田大学小泉研究室の皆さんに協力願ったことを付記する。

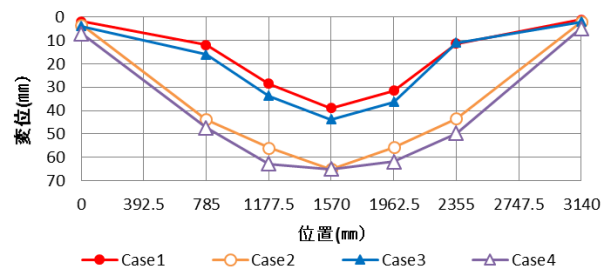


図-4 最大圧力時の変位図

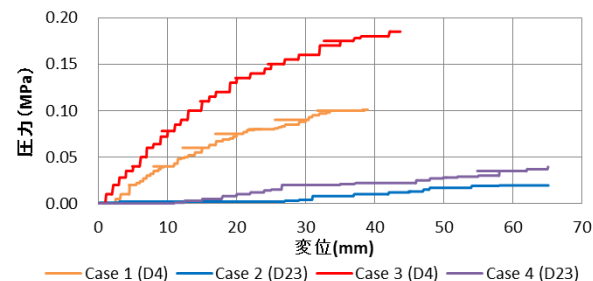


図-5 圧力-変位図

表-1 試験結果

	板厚	$t = 2.7 \text{ mm}$	$t = 4.0 \text{ mm}$
	試験ケース	Case 1	Case 3
1 段	最大圧力	0.1MPa	0.185MPa
	最大変位	38.96mm (D4)	43.7mm (D4)
2 段	項目	Case 2	Case 4
	最大圧力	0.0195MPa	0.0395MPa
	最大変位	65mm (D23)	65mm (D23)

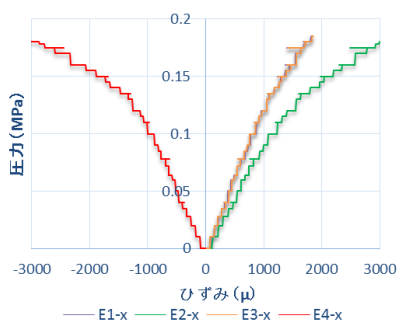


図-6 圧力-ひずみ図 (CASE3 x 軸方向)

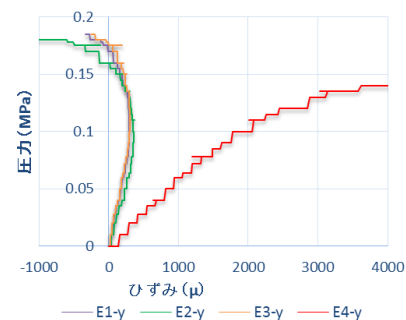


図-7 圧力-ひずみ図 (CASE3 y 軸方向)

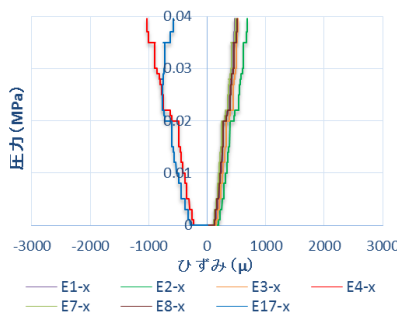


図-8 圧力-ひずみ図 (CASE4 x 軸方向)

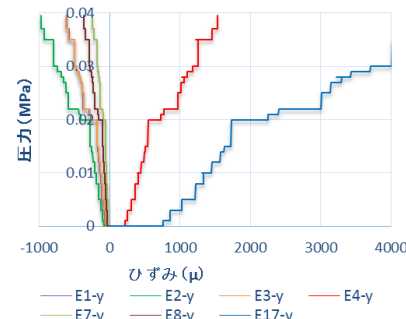


図-9 圧力-ひずみ図 (CASE4 y 軸方向)