

強化プラスチック裏込め材の
耐荷実験

実験報告書

平成26年6月5日

(株)アスモ建築事務所
石橋一彦建築構造研究室
千葉工業大学名誉教授
石橋一彦

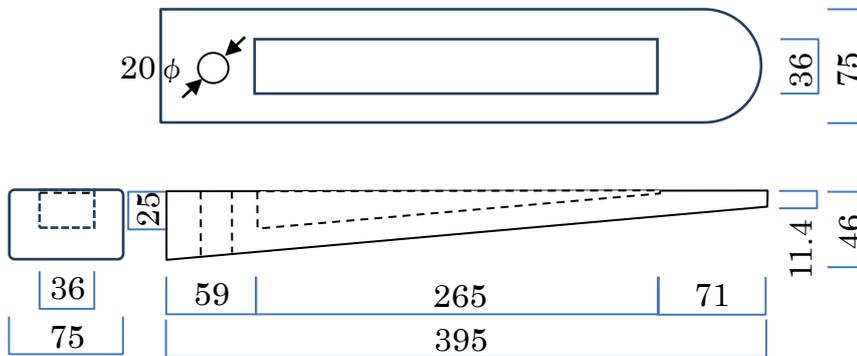
1. 実験目的

大和建工株式会社の依頼を受け、地下建設土留め工事の矢板と腹起こしの間に施工する「強化プラスチック製の裏込め材」の耐荷試験を行って、設計荷重を保証できることを証明する。

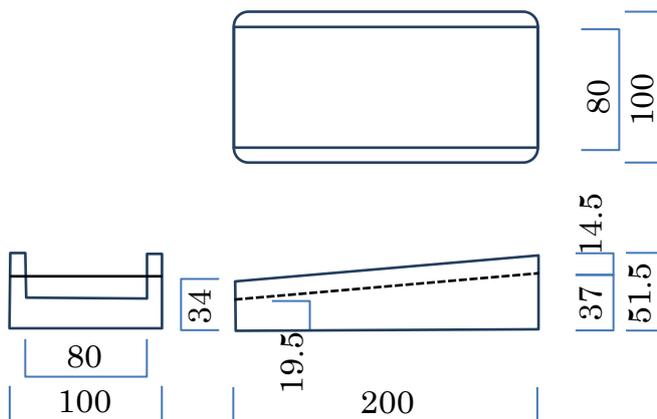
2. 試験体

試験体の実測に基づく形状を次に示す。

実験に供する試験体は3体であり No.1、No.2、No.3 とする。それぞれ裏込め楔と裏込め材の二つが1セットとなっている。下図の裏込め楔の下面を裏込め材の上面に接触させて用いる。設計荷重は 400 kN である。



裏込め楔概略寸法



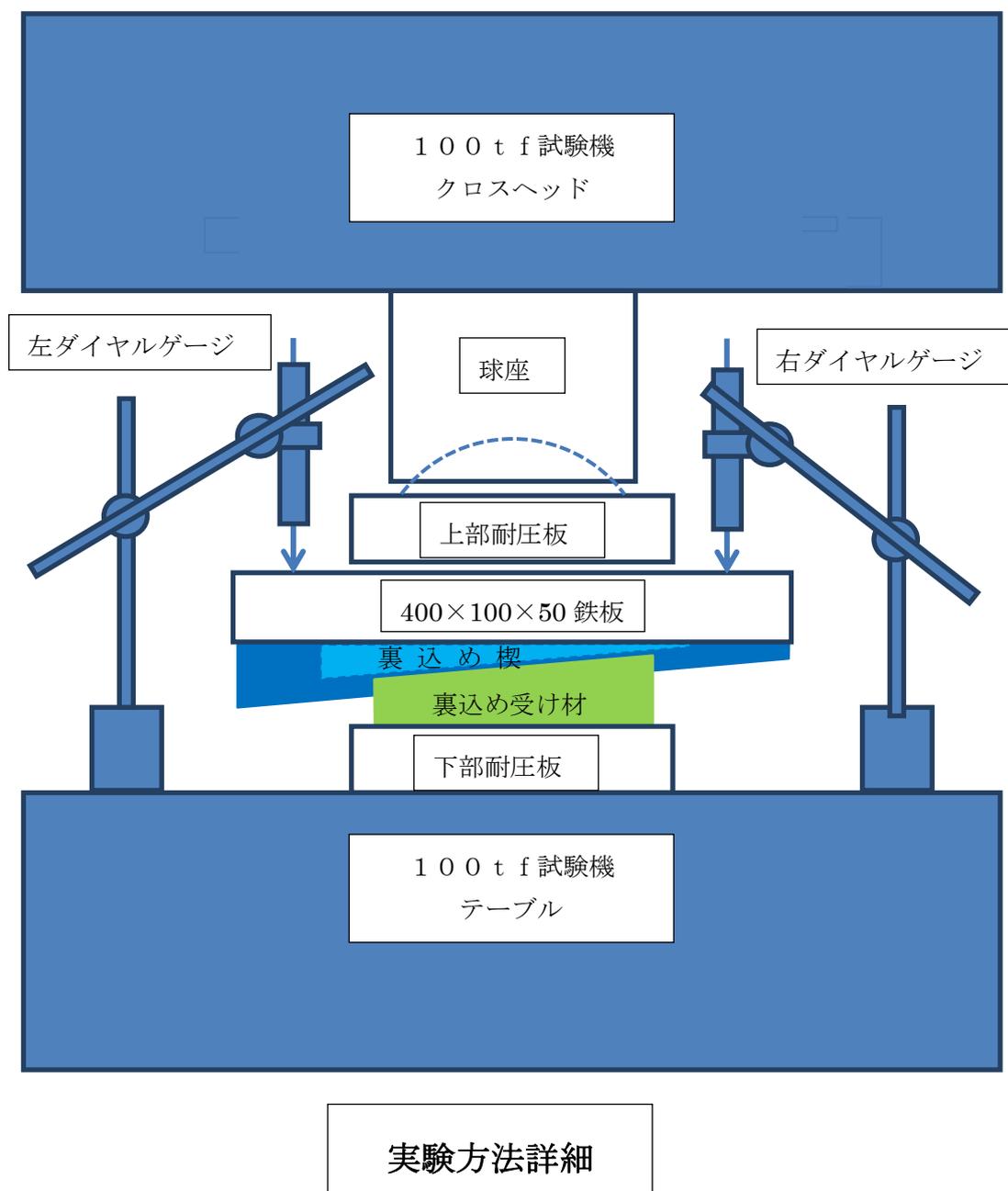
裏込め材概略寸法

3. 加力方法

加力は千葉工業大学の建築構造実験室にある、100 t f 試験機で行う。

下図のように、1セットの試験体を試験機の下部耐圧版に載せ、その上に400×100×50の鉄板を載せて加力する。この鉄板の上部と試験機テーブルとの相対変位をダイヤルゲージで測定しながら加力する。

加力ルールは設計荷重の1/2（200 kN）を最初に加力して一旦除荷し、続けて設計荷重（400 kN）まで加力して除荷し、この時の変形を読み取っておき、次はその2倍になるまで加力して除荷する。最後はその変形の3倍を目指して加力するが、破壊したことが明らかになったところで実験を終了する。



4. 荷重と変形の関係と実験経過

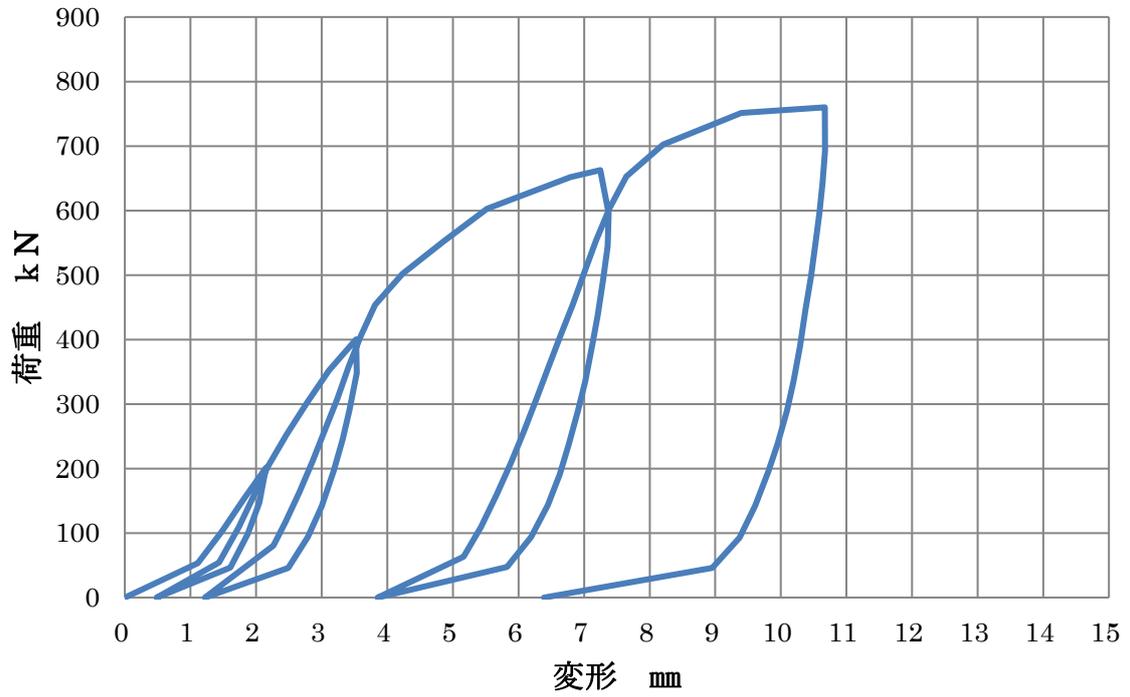
荷重と変形の関係を次ページ以降に示す。荷重は試験機の荷重 $t f$ を $k N$ に変換したものであり、変形は左右対称に配置したダイヤルゲージの読み (mm) を平均したものである。すべての試験体で、左右の変形は最後までそれほど差はなく併進した。

No.1、No.2、No.3 で共通して言えることは、各サイクルの荷重をかけ始める時と、荷重を除荷して0にするときに、裏込め材と裏込め楔との接触部に起きたと思われる「ガタ」が変形の滑りとなって現れた。この滑りは0～50 kN および50 kN～0の荷重で起きている。実際施工で楔を軽く（荷重にして人が乗る程度に）打ち込んだ時には50 kN 未満の応力が発生することを示している。200 kN および400 kN の繰り返し荷重では、載荷時の50 kN 以上の荷重では線形性の強い荷重変形関係が得られている。設計荷重の400 kN を載荷したときの変形 (3.5～4 mm) の約2倍になるまで加力する過程で、500 kN までに剛性の低下が大きくなり材料の塑性化が進行した。この荷重サイクルの最大荷重は設計荷重の1.5倍の600 kN 前後となった。設計荷重時変形の3倍を目指して加力すると、700 kN 前後で破壊音を聞いた。No.1 および No.2 においては、750 kN 付近で変形が進んでも荷重が上がらないため、3倍の変形近くで除荷して実験を終了した。最大変形は11 mm 前後であった。No.3 では途中までは他の試験体と同様の荷重変形曲線が得られ、最終加力段階で変形が11 mm 以上に進み、荷重が上がらなくなったが、さらに加力続けると荷重が若干上がって800 kN 以上に達した。このとき、裏込め楔の折損がはっきり確認されたので除荷して実験を終了した。最大変形は13 mm 以上となった。

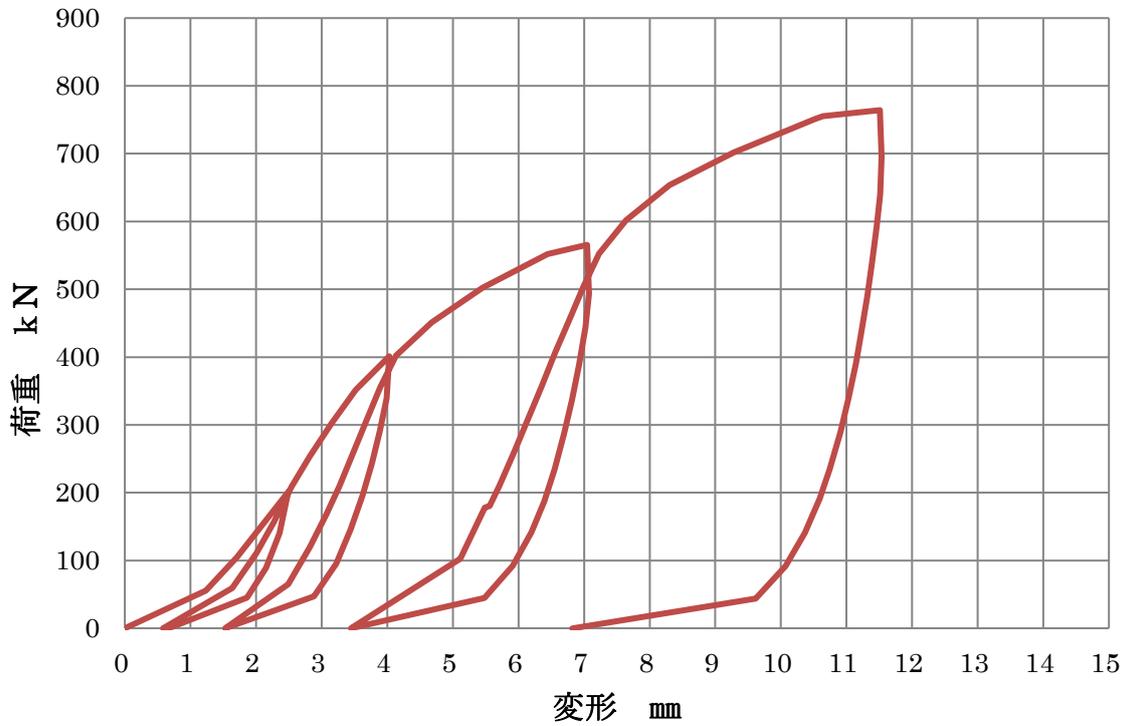
実験終了後の全試験体の状態を写真に示す。

各試験体で、裏込め楔の断面が大きい方の、裏込め材との接触区間端部に折損の状況がみられる。No.3 ではそれが顕著である。また各試験体の裏込め楔の、裏込め材との接触区間に圧縮力によりつぶれて変形した跡がみられる。測定した変形の大部分はこの部分の変形による。

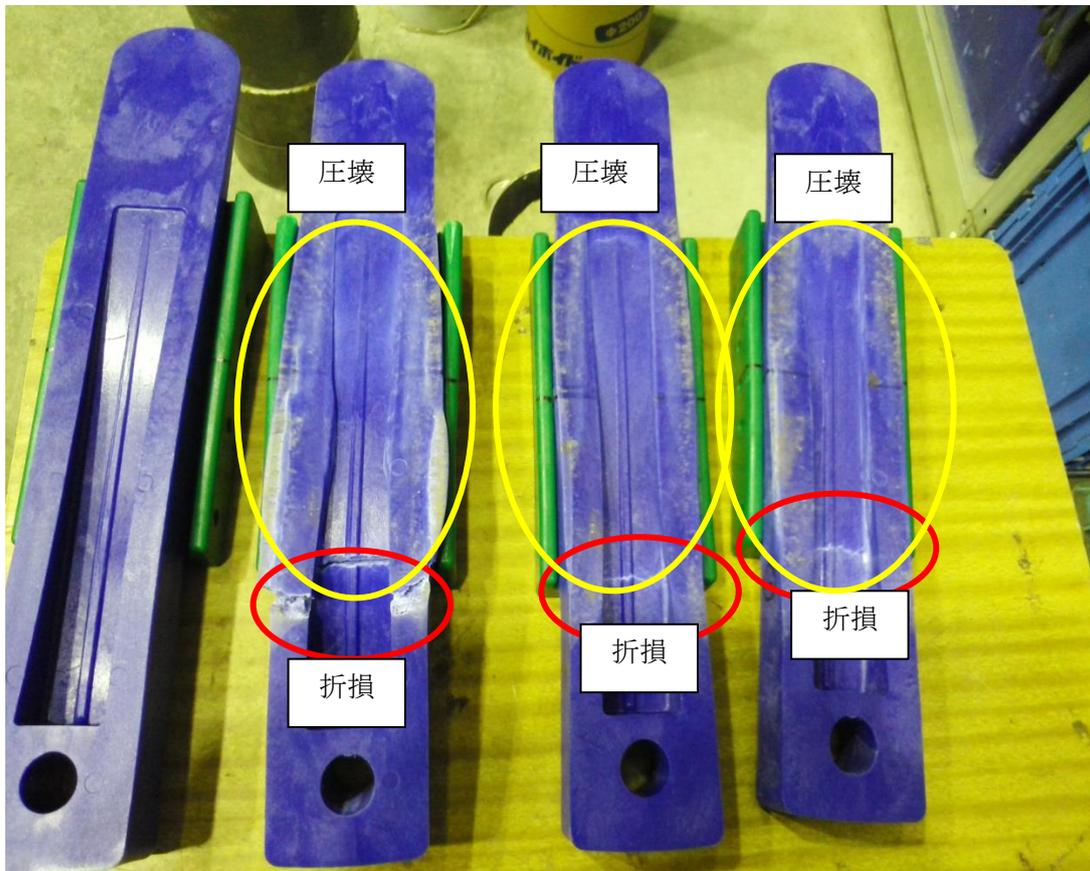
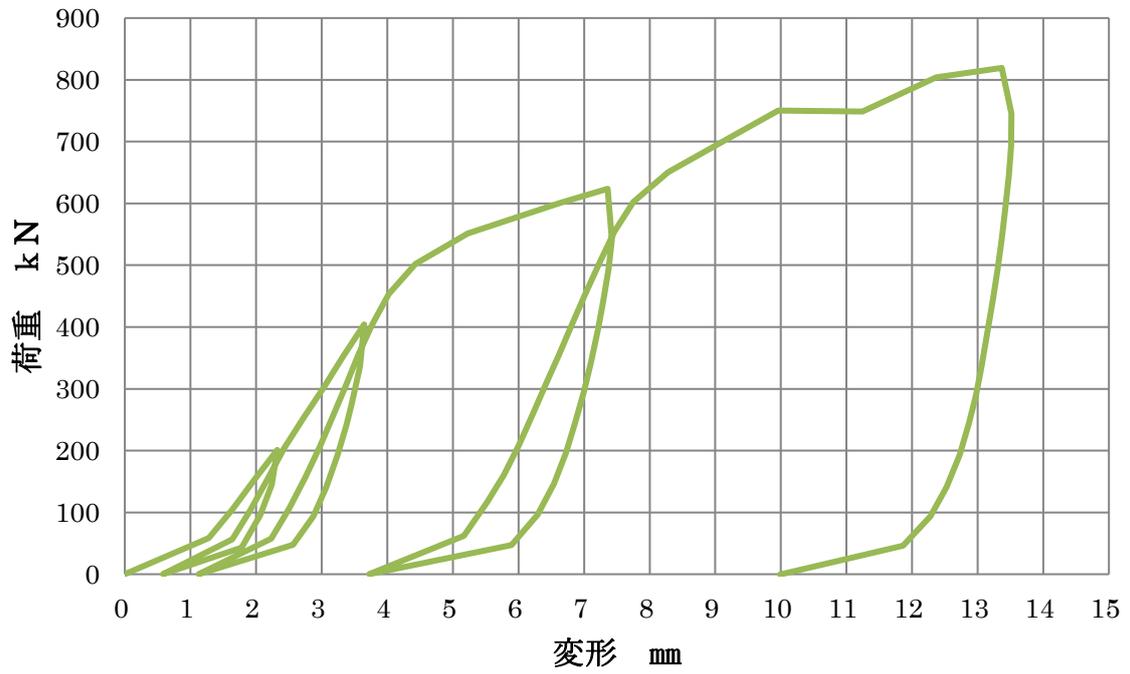
荷重変形関係 (No.1)



荷重変形関係 (No.2)



荷重変形関係 (No.3)



実験終了後の写真 (右から No.1、No. 2、No.3、No. 4 (予備))

5. 実験結果のまとめ

荷重変形曲線を重ねてみると、各試験体の比較ができる。

載荷時の荷重変形関係は、設計荷重までは線形性があり、剛性は No.2、No.3、No.1 の順で高い。塑性化が進行した設計荷重を超える荷重での剛性も、同一変形における大小の順は、変形が 10 mm 程度になるまで変わらない。

50 kN 以上の荷重変形曲線の内、徐荷の履歴を削除し、さらに新しい荷重履歴だけを残した荷重変形曲線のアウトラインを次に示す。このアウトラインを折れ線に近似して、各試験体の比較を行う。

第一折れ線は 50 kN の測定点からアウトラインの剛性が急に低下する直前までの各測定点の近似直線とする。

第一折れ線の x 軸切片を初期すべりと定義する。

第一折れ線の勾配を弾性剛性と定義する。

第二折れ線はアウトラインの剛性が急に低下した測定点から最大変形点までの各測定点の近似直線とする。

第一折れ線の近似直線と第二折れ線の交点を折れ曲がり点と呼ぶ。

第二折れ線の勾配を塑性域勾配と呼ぶ。

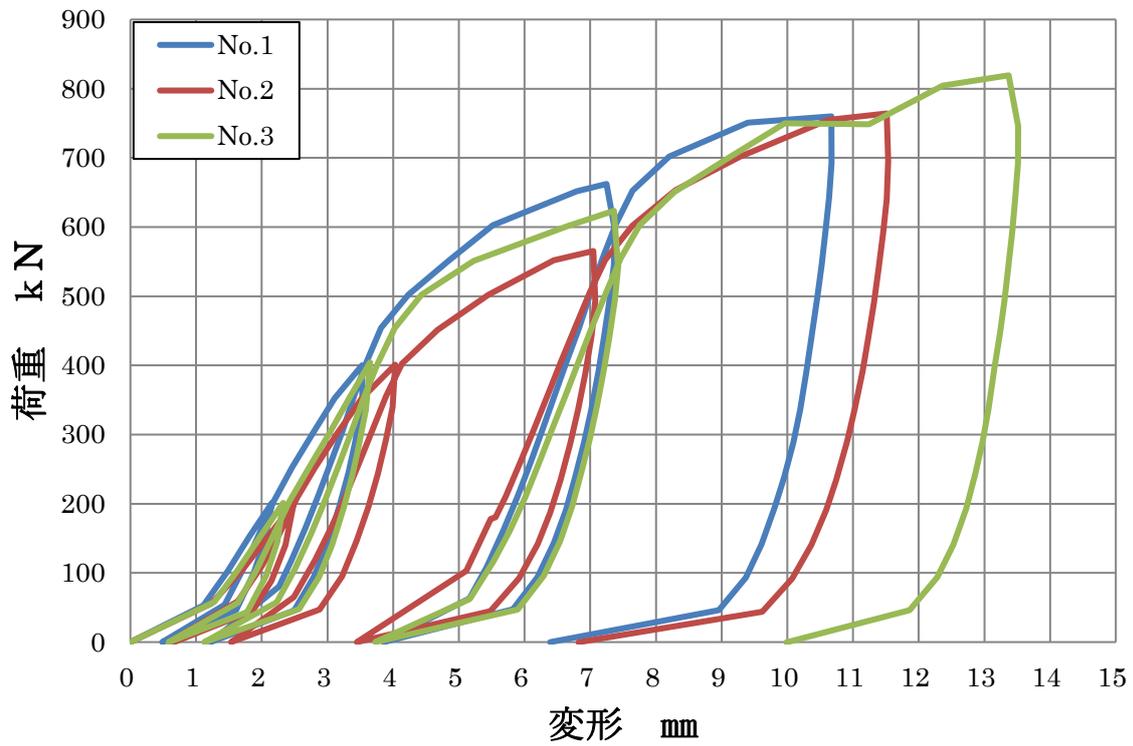
上記の荷重変形曲線のアウトラインから得た、各試験体の力学的性質を表に示す。

各試験体の力学的性質を総合して述べると、次のことが結論的に言える。

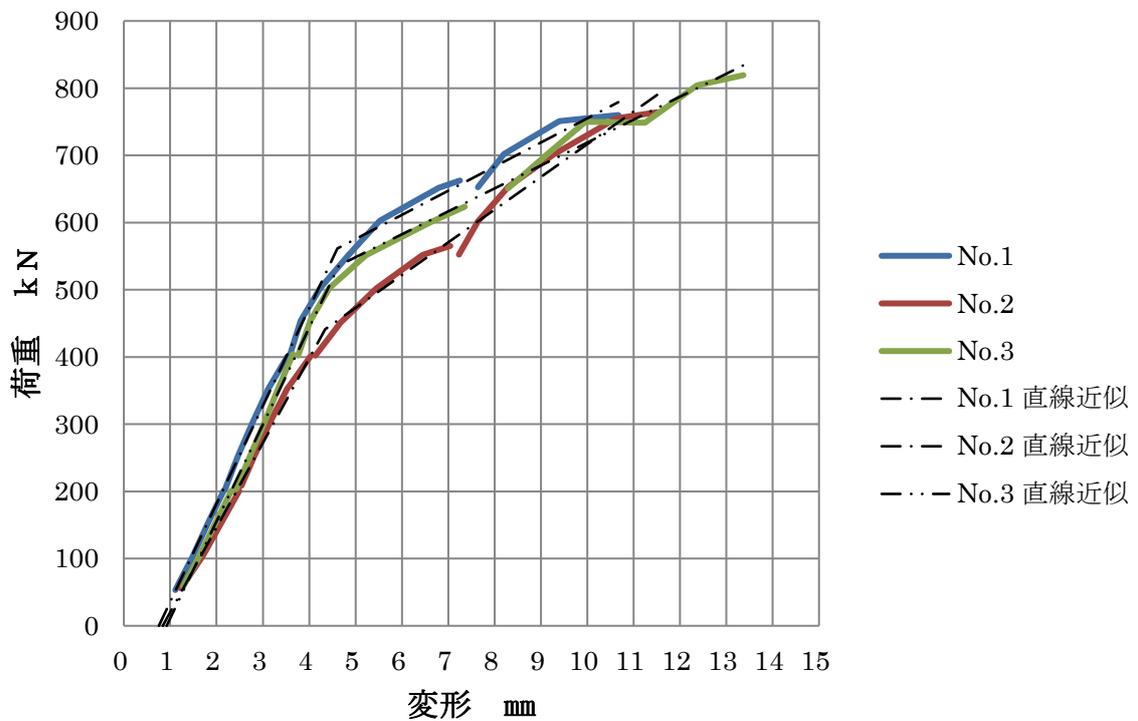
初期すべりは 1 mm 弱で、この点に原点を移動すれば 126 kN/mm から 146 kN/mm の弾性剛性を有することが分かる。

弾性剛性線から塑性化して第二折れ線に折れ曲がる点は、設計荷重の 400 kN を超えて 560 kN までの間であり、変形としては約 4.5 mm の点である。塑性域の勾配はおよそ 40 kN/mm である。破壊モードは裏込めの楔の折損で決まり、その時の耐力は 800 kN 弱である。その時の変形は 10 mm 強である。

荷重変形関係



荷重変形関係 (アウトライン)



荷重変形曲線のアウトラインから得た力学的性質							
試験体 番号	初期すべり	弾性剛性	折れ曲がり点		塑性域勾配	最大変形・荷重	
	x0	K1	δ 1	P1	K2	δ max	Pmax
	mm	kN/mm	mm	kN	kN/mm	mm	kN
No.1	0.755	145.8	4.61	561.5	35.9	10.67	779.2
No.2	0.840	125.9	4.34	441.1	48.7	11.51	790.2
No.3	0.923	144.2	4.64	536.4	34.1	13.37	833.9
平均	0.839	138.6	4.53	513.0	39.6	11.85	801.1

凡例

