

多ヒンジ系セグメントの継ぎ手挙動 2 - 曲げおよびせん断特性 -

近畿コンクリート工業 正会員 岩本 勲 正会員 伊豆好弘
 関西電力 正会員 三鼓 晃 前川岳康
 青木建設 正会員 ○舟川 勲

1. 目的

ナイロン製継ぎ手をリング間に用いた「多ヒンジ系セグメント」の継ぎ手性能に関して、基礎的データを把握するために、曲げ実験およびせん断実験を実施し、実験で得られた力学的挙動特性等について報告する。

2. 曲げ実験

2.1 実験概要

リング間継ぎ手の曲げ耐力ならびに回転ばね定数、曲げ挙動を把握するためにナイロン製継ぎ手によって結合された供試体の曲げ実験を実施した。

供試体は幅 1.0m×長さ 1.6m×厚さ 0.3m のコンクリートブロック 2 体を、1 組の継ぎ手を介して一体化させた。なお、継ぎ手は Medium Duty を用いている。コンクリートは、設計基準強度 42N/mm² を用いた。

軸力は無負荷状態を想定しているが、供試体の自重によって継ぎ手の曲げ破壊が発生しないように供試体側面方向から 25kN の軸力を導入し、一定保持させた状態で、図-1 に示すように 2 点載荷荷重を載荷させた。荷重の初期段階（弾性範囲内）では荷重制御にて繰り返し載荷を行い、降伏後は変位制御にて繰り返し載荷を実施した。

2.2 実験結果および考察

実験から得られた荷重とたわみ量の関係を図-2 に示す。最大荷重時の荷重値は 10.1kN、たわみ量は 42.1mm であった。通常用いられる鋼製ボルトナットによる継ぎ手では、圧縮側コンクリートの圧壊で破壊するが、実験に用いたナイロン製継ぎ手ではボルトがカプラーから引き抜けることで終局状態となった。セグメントの曲げ特性は、純引張り状態とは異なり、ボルトが抜け出してからでも荷重が増加し、充分なじん性を示した。また、軸方向引張のように最大荷重に達すると簡単に引き抜けるのではなく、曲げが作用している分、たわみが進展している領域（A→B）も見られた。

3. せん断実験

3.1 実験概要

セグメントのリング間継ぎ手には常時、地震時ともせん

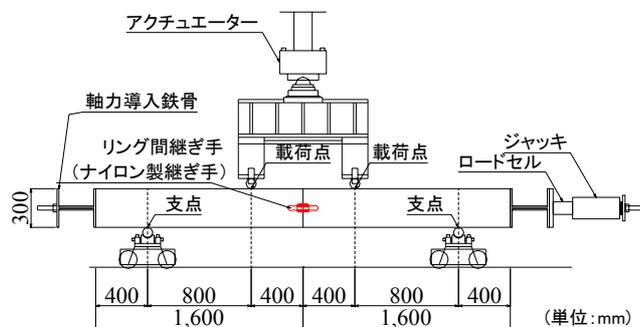


図-1 曲げ実験概要図

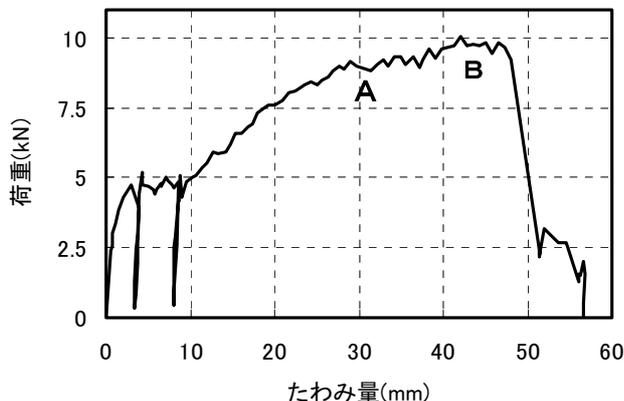


図-2 荷重とたわみ量

表-1 実験ケース

供試体名	導入軸力(kN)	備考
E1	25	無負荷状態を想定
E2	60	常時の残存圧縮力を想定
E3	120	地震時=常時×2倍を想定

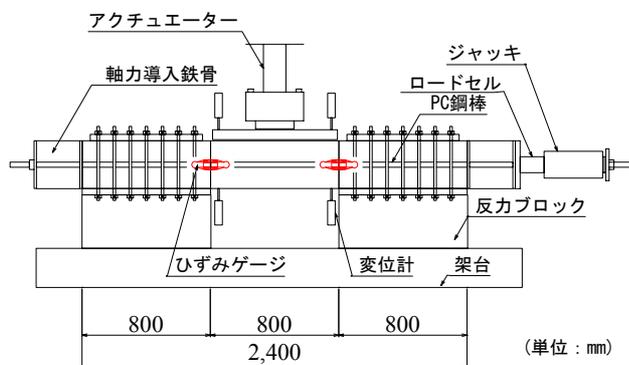


図-3 せん断実験概要図

キーワード 多ヒンジ系セグメント, ナイロン製継ぎ手, 曲げ実験, せん断実験

連絡先 〒530-8270 大阪市北区中之島 3-3-22 関西電力(株) 土木建築室 土木建設グループ Tel 06-7501-0408

断力が作用する。常時においてはシールド推進時の残存圧縮力があり、地震時には引張状態となることも考えられる。ここでは、軸力の影響を考慮して、二面せん断実験を実施した。

供試体は幅 1.0m×長さ 0.8m×厚さ 0.3m のコンクリートブロック 3 体を、2 組の継ぎ手を介して一体化させた。継ぎ手は Medium Duty を用いている。実験ケースを表-1 に示す。載荷方法は供試体側面方向から表-1 に示した軸力を導入し、一定保持させた状態で、図-3 に示すように二面せん断実験とした。

3.2 実験結果および考察

(1) 破壊状況

実験結果を表-3 に、荷重と変形量の関係を図-4 にそれぞれ示す。加力初期の段階（「状態 1」）では、いずれの供試体においても、荷重のみ大きくなっている。ここでは、導入軸力による反力ブロックと載荷ブロック間の接触面の摩擦力のみが影響していると考えられる。次に、「状態 2」までは変形曲線は横這いとなっているが、この原因として、加力に伴い、せん断変形量は大きくなるが、継ぎ手がボルトホール上部に接触するまではクリアランスが 1mm あるため、継ぎ手自体へのせん断力の影響が少ないことによつて、このような挙動を示したと推測される。その後、「状態 3」まで弾性的に挙動し、「状態 3」以降は非線形挙動となった。実験終了時の破壊形態は、コンクリートブロックにはほとんど損傷が見られず、片方の継ぎ手カプラー中央部分でせん断破壊され、もう一方の継ぎ手については破断に至らぬものの、塑性的に殆ど伸びきっている状態であった。ナイロン継ぎ手を用いたセグメントのせん断特性は、ナイロンの塑性変形によって大きなせん断変形を示した。

なお、「状態 2」から「状態 3」を弾性範囲として、この勾配をせん断剛性として評価すると表-3 に示すように、軸力が大きくなるほど、せん断剛性が大きくなる傾向を示した。

(2) 軸力の影響

軸力がせん断特性に与える影響は、軸力によるコンクリートブロック同士の摩擦と考えられる。3 体の実験結果から、コンクリートブロックの動摩擦係数として、0.25 が得られた。

継ぎ手のせん断耐力は、断面積×材料(ナイロン)のせん断強度で計算され、 $(1679\text{mm}^2 \times 60\text{N/mm}^2)$ 約 100kN となる。実験で得られた動摩擦係数を用いて、表-4 のように継ぎ手のせん断強度を算定すると継ぎ手のせん断耐力とほぼ一致する。従つて、軸力はセグメントを模擬したコンクリートブロック部分に影響するが、継ぎ手のせん断耐力には影響が少ないと考えられる。

4. まとめ

- (1) ナイロン継ぎ手を用いたセグメントの曲げ特性は、純引張り状態とは異なり、ボルトが抜け出してから荷重が増加し、十分なじん性を示した。
- (2) せん断特性は、ナイロンの塑性変形によって大きなせん断変形を示した。

表-3 せん断実験結果

適用状態		供試体名			
		E1	E2	E3	
状態 1	荷重(kN)	10.4	56.2	47.3	
	変形量(mm)	0.3	1.1	0.8	
弾性範囲	状態 2	荷重(kN)	19.6	65.5	57.0
		変形量(mm)	4.3	7.4	2.6
	状態 3	荷重(kN)	63.8	103.0	113.9
		変形量(mm)	8.4	9.5	5.0
	せん断剛性(kN/mm)		10.78	17.86	23.71
最大荷重時(Pmax)	荷重(kN)	211.6	229.2	254.4	
	変形量(mm)	34.3	32.1	27.8	

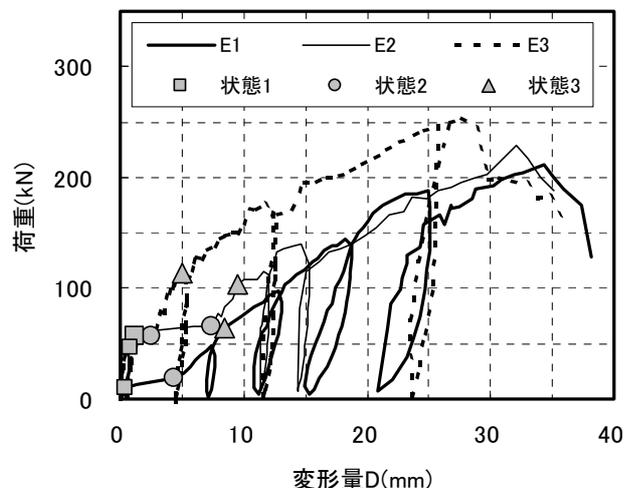


図-4 荷重と変形量

表-4 継ぎ手のせん断強度の算定

試験体名	荷重P (kN)	軸力N (kN)	摩擦力 $f = \mu N$ (kN)	継ぎ手せん断強度 (1本当たり) $P_s = (P+W)/2 - f$ (kN)
E1	211.6	24.5	6.1	102.6
E2	229.2	58.8	14.7	102.9
E3	254.4	117.7	29.4	100.7

μ : 動摩擦係数 (=0.25), W : ブロック自重=5.88 (kN)