

曲げ・せん断あるいはねじり損傷を有する鉄筋コンクリート部材の残存耐力

国土館大学 正会員 久家秀龍
 国土館大学 フェロー会員 川口直能
 国土館大学 学生会員 倉根和基

1. はじめに

地震によるコンクリート構造物の損壊例にみられるとおり、構造物を構成する実際の部材が最終の破壊に至る場合には、以前に受けたいわゆる前載荷によって断面を貫通するひび割れや残留変形を生じた状態で破壊に至ったと推定される場合もある。これらの前載荷はその程度によっては構造物の残存耐力に重大な影響を及ぼすと思われる。特に部材が降伏するほどの前載荷を受けた場合には、顕著な耐力低下を生ずると考えられる。これらについて、軸力および曲げ、せん断力が作用する場合の挙動は検討されているが、ねじりが作用する場合については研究事例が極めて少なく未解明な点が多い。そこで、本研究では、「前載荷にねじりモーメントを受け損傷した部材の残存曲げ・せん断耐力」および「前載荷として曲げ・せん断力を受け損傷した部材の残存ねじり耐力」について検討することを目的とした。

2. 実験概要

試験体は幅 15cm、高さ 20cm、長さ 2m である。軸方向補強鉄筋は SD295A・D13 を 4 隅に 1 本（計、4 本）とし、横方向補強鉄筋（スターラップ）は SD295A・D10 を用い 7cm 間隔で配置した。ねじり試験は、試験体の一端を固定端、他端を可動端として正・負にねじり荷重を加えた。曲げ・せん断試験は、図-1 に示すように 3 等分点 2 点載荷とし、正・負方向に載荷した。本実験は次の 2 種類である。

実験Ⅰ：最大ねじり耐力の 46.5%（初期ねじりひび割れ発生モーメントに相当する）～87.6%（降伏時のねじりモーメントに相当する）のねじりモーメントを載荷荷重レベルとして 1 回づつの正負のねじり載荷を行った後に

曲げ・せん断試験を行い、残存曲げ・せん断耐力を求める実験。

実験Ⅱ：曲げ・せん断最大耐力の 45%～80%を載荷荷重レベルとして 1 回づつの正負の曲げ・せん断載荷を行った後にねじり試験を行い、残存ねじり耐力を求める実験。

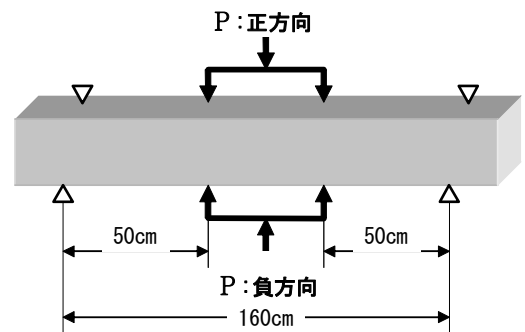


図-1. 曲げ・せん断試験

3. 実験結果

実験ⅠとⅡのひび割れ状況の代表例を写真-1, 2 に、測定結果を表-1, 2 に示した。

実験Ⅰ：残存曲げ・せん断耐力

今回の実験では前載荷したねじり載荷レベルの 46.5%と 65.1%は、正・負に同じ値のねじりモーメントを加えることができたが、83.6%と 87.6%では、前載荷時での試験体の損傷が激しく設定レベルまで荷重を上げることができず、負方向での前載荷荷重は、ねじり最大耐力の 70%とした。試験体はすべて写真-1 に示すような曲げ破壊を生じた。この時の曲げ耐力は表-1 に示したとおり、前載荷のねじりレベルの大きさによる差は認められず、本来の曲げ耐力を保持している結果が得られた。すなわち、十分なせん断補強がなされ、部材が曲げ・せん断作用時に曲げ破壊が先行するように補強されている場合は、前載荷としてのねじりの影響は少ないと推察される。

キーワード：ねじり、曲げ・せん断、残存ねじり耐力、残存曲げ・せん断耐力

連絡先：〒 154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国土館大学理工学部 TEL. 03-5481-3259

表-1. 曲げ・せん断残存耐力

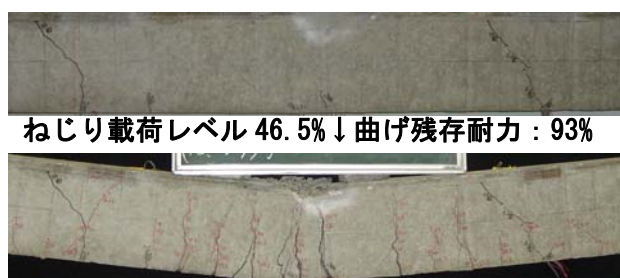
前載荷:ねじり試験		曲げ・せん断試験	
載荷レベル	Mt(kN・m)	曲げ破壊荷重 (kN)	曲げ残存耐力 (%)
	正		
基本:曲げ・せん断試験	—	67	100
ねじり耐力の46.5%	5	62	93
ねじり耐力の65.1%	7	65	97
ねじり耐力の83.6%	9	67	100
ねじり耐力の87.6%	9.4	63	94

表-2. ねじり残存耐力

前載荷: 曲げ・せん断試験			ねじり試験	
載荷レベル	P (kN)		ねじり耐力 (kN・m)	残存耐力 (%)
	正	負		
基本:ねじり試験	—	—	10.8	100
曲げ耐力の45%	30	30	9.5	88
曲げ耐力の80%	53.6	53.6	7.7	72

実験Ⅱ：残存ねじり耐力

前載荷の載荷レベルを曲げ・せん断最大耐力の80%とした試験体は、前載荷時に部材の降伏現象が確認され、表-2に示したとおり、ねじり耐力は30%程度低下した。前載荷レベルを45%とした試験体のねじり耐力は10%程度低下した。このことから残存ねじり耐力は、損傷による影響を受け、とくに前載荷の曲げ・せん断作用で降伏に至った時点で、急激に低下すると思われる。

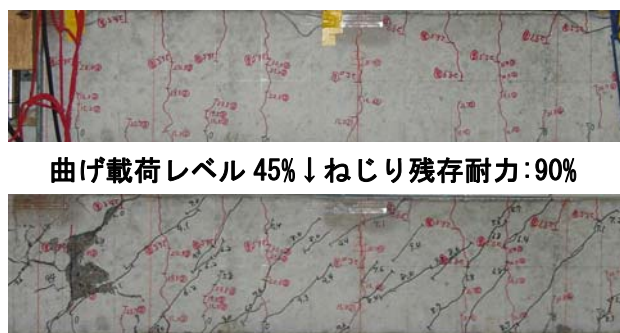


ねじり載荷レベル 46.5% ↓ 曲げ残存耐力 : 93%

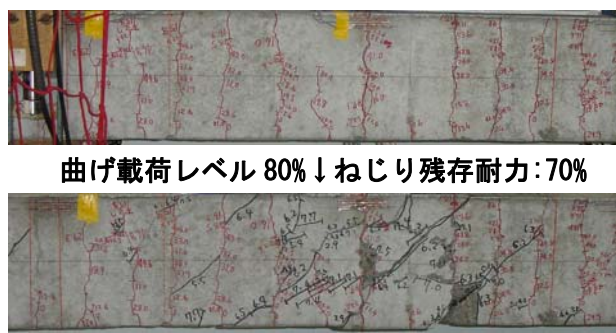


ねじり載荷レベル 87.6% ↓ 曲げ残存耐力 : 94%

写真-1. ねじり載荷後 曲げ・せん断載荷：ひび割れ状況



曲げ載荷レベル 45% ↓ ねじり残存耐力 : 90%



曲げ載荷レベル 80% ↓ ねじり残存耐力 : 70%

写真-2. 曲げ・せん断載荷後 ねじり載荷：ひび割れ状況

4. まとめ

残存耐力について、本実験の範囲内で得られた特徴を列挙すれば以下の通りである。

1. ねじり損傷を有する部材の残存曲げ・せん断耐力

ねじりによる損傷を持つ部材の曲げ耐力は、十分なせん断補強がなされ、部材が曲げ・せん断作用時に曲げ破壊が先行するように補強されていれば、少なくとも本来の曲げ耐力は保持される。せん断耐力については、さらなる検討が必要と思われる。

2. 曲げ・せん断損傷を有する部材の残存ねじり耐力

曲げ・せん断による損傷を持つ部材のねじり耐力は、ねじりのみの耐力と比較し、部材が曲げ降伏前であれば10%程度、曲げ降伏後であれば30%程度低下する。すなわち残存ねじり耐力は、曲げ・せん断作用で降伏に至った時点で急激に低下する可能性があると思われる。

【関連文献】 1) 久家秀龍、川口直能、倉根和基：鉄筋コンクリート部のねじり疲労寿命の推定 第61回年次講演会 第V部門 V-441 平成18年9月 2) 久家秀龍、川口直能、馬場篤雅：横方向補強鉄筋量を変化させた鉄筋コンクリート部のねじり疲労寿命 第60回年次講演会 第V部門 V-522 平成17年9月