

プレキャスト床版用クランプ継手の静的耐荷力と疲労耐久性

Static Strength and Durability of Cramp Joint at Pre-cast Highway Deck Slabs

石崎 茂^{*}・久保 圭吾^{**}・金 閏七^{***}・佐藤 崇^{****}・松井 繁之^{*****}

Shigeru Ishizaki, Keigo Kubo, Yoonchil Kim, Takashi Sato, Shigeyuki Matsui

^{*} (株)酒井鉄工所, 橋梁鉄塔設計部部長 (〒590-0831 大阪府堺市出島西町3-1)

^{**} (株)酒井鉄工所, 設計部 (〒590-0831 大阪府堺市出島西町3-1)

^{***} 工博, 慶州大学, 建設環境システム工学部 (〒780-210 大韓民国慶北慶州市孝峴洞山42-1)

^{****} 大阪大学大学院, 工学研究科土木工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

^{*****} 工博, 大阪大学大学院教授, 工学研究科土木工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

A new jointing method using steel cramps with a unique configuration was developed for the field joint of pre-cast deck slabs of highway bridges. In this jointing method, the looped distribution bars are connected by the cramps to the main reinforcements. Therefore, the joint can transfer the bending moment and shearing force through the interlocking effect caused by the cramps, and it is both excellent in installation on-site and economical compared with the loop joint currently in use. In order to confirm the bending and shear capacities and durability of the joint, and to clarify the failure mechanism of the joint, a series of static loading tests and fatigue tests using full size beam specimens formed in the distribution bar direction were carried out. From the results of these experimental studies, it was clarified that the cramp joint has enough load carrying capacity being equivalent to the loop joint. Furthermore, for the durability of the joint, it is confirmed that the joint has a practical use because a decrease of the bending and shear rigidity due to repetition of loading is almost the same as the one of the loop joint under the design wheel load level.

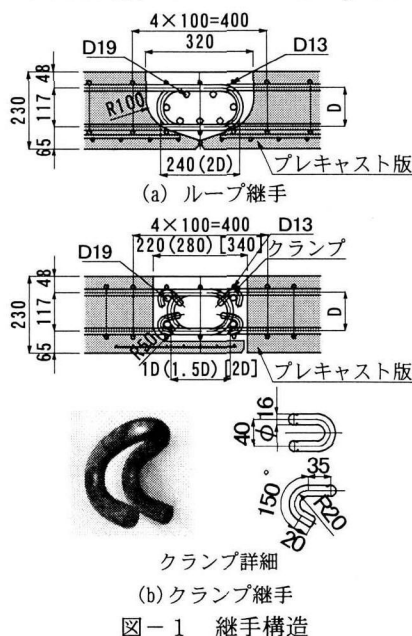
Key words: pre-cast slabs, field joint, static strength, fatigue durability

キーワード: プレキャスト床版, 継手, 静的耐荷力, 耐久性

1. はじめに

近年, 道路橋においては, コスト削減の観点から少数主桁化に伴う床版の長支間化が進んでいる. この場合, 床版には耐久性向上を目的としてP C床版が用いられることが多く, 現場施工の省力化のためプレキャストコンクリート床版を採用する例が増加しつつある. このプレキャスト床版では, 輸送・架設時の重量や寸法等の制限により, 橋軸方向にプレキャスト床版を接合する現場継手が必要となる. この工法としては, 図-1 (a) に示すようなRCループ継手がこれまで多く使用されてきた. しかし, RCループ継手は, ループ鉄筋内部に配置される主鉄筋の現場挿入が困難であるだけでなく, プレキャスト版を設置する際, 隣接するプレキャスト版から突出しているループ筋がアゴ状突起部と干渉し, 直上からの施工が不可能であるため, 鋼桁とのずれ止め構造が繁雑となるなど, いくつかの問題点を残している. そこで, 現場施工が容易で, かつ, 現場での落とし込み施工が可能なプレキャスト床版の現場継手工法として, 図-1 (b) に示すような継手構造を考案した¹⁾. 本継手は, 特殊なクランプにより, ループ鉄筋とループ鉄筋外側に配置された主鉄筋とを連結し, そのインターロック作用により,

配力鉄筋方向の曲げモーメントとせん断力を伝達させるものである. なお, 今回の実験では, 継手部コンクリート量を少なくするため, クランプ継手ループ筋のラップ長(重ね継手長)をループ継手の240mm(DIN1045の規定値, Dを上下鉄筋間隔とすると2Dに相当)に対して1.5D,



1.0Dと短くすることを試みた。さらに、アゴ状突起を片側から張り出す形状とすることにより、プレキャスト版の直上からの落とし込み施工を可能とした。

現在、床版における疲労耐久性を確認する方法としては、輪荷重走行試験機による実物大試験を行うのが一般的となりつつある^{2),3)}。しかし、輪荷重走行試験による疲労試験は、供試体サイズが大きく、床版1体に対して長期間を要するため、種々にパラメーターを変えた試験により耐荷性状を調べるには、経済的、時間的にも困難となる。また、P C床版のような高耐久性床版においては、輪荷重走行試験を行っても、破壊までの載荷は困難であり、実際の耐荷力や破壊性状を評価できていないのが現状である^{4),5)}。そこで、ここでは、はり供試体により、継手部の耐荷力および耐久性を確認するため、様々な応力状態を想定した一連の実験を行った。

本文では、これらの試験結果について報告するとともに、R Cループ継手との比較による耐久性面での実橋への適用性について検討を行う。

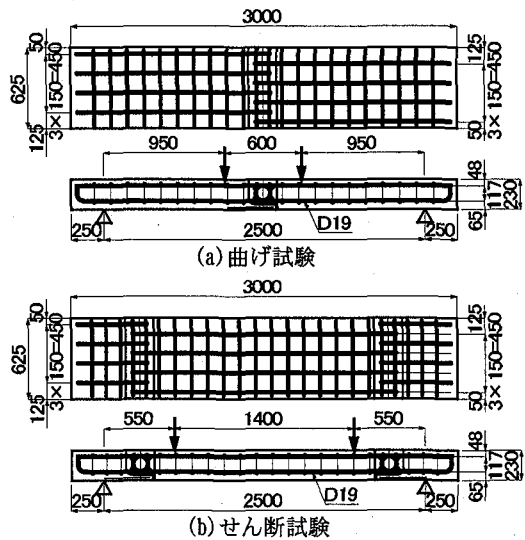
2. 静的耐荷力試験

2.1 曲げ・せん断耐荷力試験

継手部の静的な曲げ、せん断耐荷力を確認するためには、はり供試体による、静的載荷試験を行った。本試験に用い

表－1 供試体の名称および破壊荷重と破壊様式

	継手タイプ	名称	破壊荷重	破壊部位	破壊形態
曲げ試験	クランプ	A	198 kN	継手部	曲げ破壊
	ループ	C	192 kN	継手部	曲げ破壊
せん断試験	クランプ	B	381 kN	一般部	曲げ破壊
	ループ	D	403 kN	一般部	曲げ破壊



図－2 静的試験供試体および載荷位置

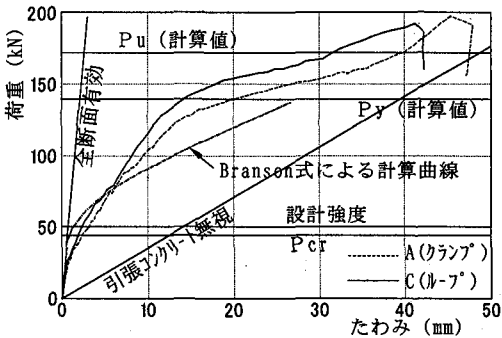
表－2 材料試験の結果

		強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
コンクリート	プレキャスト部	$\sigma_{ck} = 57$	28.4
	間詰部 (膨張)	$\sigma_{ck} = 51$	27.5
鉄筋		$\sigma_{sy} = 380$	182

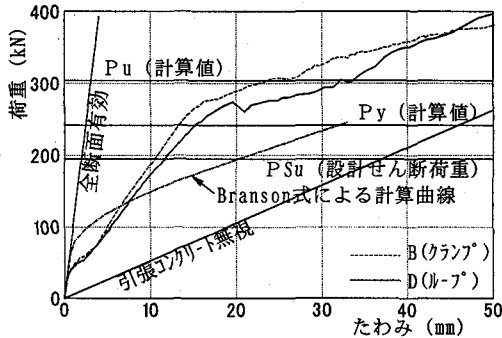
た供試体は、床版厚23cmの実物大床版より配力鉄筋方向に鉄筋4本を含む断面を取り出したモデルとし、支間中央位置に継手を配置した曲げ試験用供試体と、せん断スパン部に継手を設けたせん断試験用供試体の2種類とした。せん断試験に適用したせん断スパン比(a/d)は、腹鉄筋のないRCはりがせん断引張り破壊を生じると考えられる $a/d = 3.3$ とした。ここで、クランプ継手ループ筋のラップ長は、継手部のコンクリート量を最も少なくすることが可能な1.0Dとした。また、比較のため、ループ継手(ラップ長 2D=240mm)の供試体も同時に製作した。供試体の種類と名称を表－1に、配筋および荷重載荷位置を図－2に示す。なお、載荷は単調増加荷重とし、油圧ジャッキにより、載荷フレーム、ローラー、載荷板を介して載荷した。載荷時の測定項目は、はりのたわみ、鉄筋のひずみ、およびコンクリート打ち継目部の開口量とした。なお、供試体に用いたコンクリート、および鉄筋の材料特性は表－2に示すとおりであった。

曲げ・せん断試験における各供試体の破壊荷重と破壊部位、および破壊様式を表－1に示す。曲げ試験では、いずれの供試体も継手部で曲げ破壊しており、クランプ継手を有する供試体は、ループ継手とほぼ同等の耐荷力を有していた。せん断試験では、全供試体とも一般部で曲げ破壊が先行し、継手部は健全であったことから、両継手とも十分なせん断強度を有していることが分かった。これは、継手部の鉄筋量が一般部と比べ、かなり多くなることに起因するものと考えられる。

図－3に曲げ・せん断試験における各供試体の荷重－たわみ曲線を示す。これらの図より、曲げ試験では、い



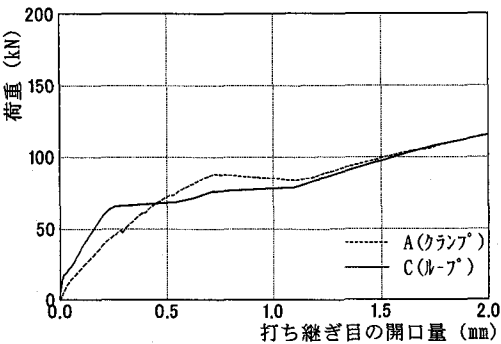
(a) 曲げ試験



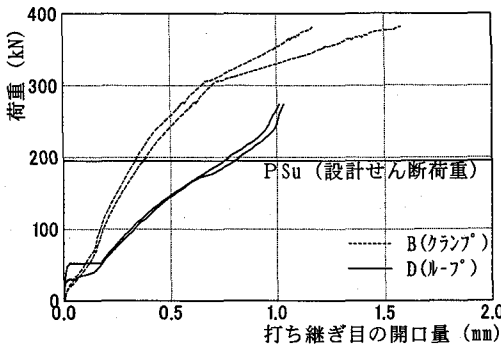
(b) せん断試験

図－3 荷重－たわみ曲線

ずれの供試体も設計強度の3倍以上の耐荷力を有していることがわかる。また、曲線の形状は、コンクリートのひび割れ開始点と、下側鉄筋が降伏する計算降伏荷重(P_y)付近で、変曲点を有する形状であった。せん断試験では、継手のないRCはりの曲げ降伏荷重を超える荷重に対しても継手部にせん断ひび割れは発生せず、継手の強度低下もほとんどなく、土木学会式⁶⁾による設計せん断荷



(a) 曲げ試験



(b) せん断試験

図-4 継目の開口量

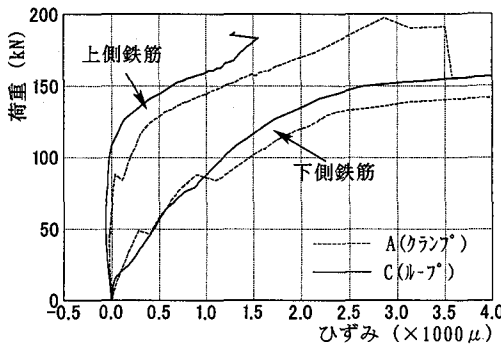


図-5 継手部鉄筋のひずみ (曲げ試験)

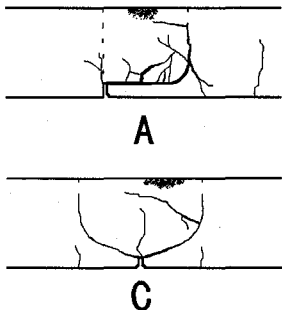


図-6 継手部のひびわれ状況 (曲げ試験)

重の計算値より十分大きな耐荷力を有していることが確認された。さらに、本図には、Branson式により計算した継手のない場合の変位曲線も併記した。計算値と実験値の比較では、曲げ・せん断試験とも、計算値より小さい荷重で変曲点を有していることが読みとれる。これは、この荷重でコンクリートの打ち継目部にひびわれが生じたためと考えられるが、その後の荷重に対するたわみの増加が少ないことから、継手部は十分高い剛性を有していることがわかった。

図-4 (a)は、曲げ試験における荷重と打ち継目の開口量の関係を示している。ここで、クランプ継手の開口量がループ継手に比べ若干大きめの値となっているのは、継手部底面のアゴ状突起の打ち継目位置が、継手部の回転中心から偏心しているためと考えられる。図-4 (b)は、せん断試験における荷重と打ち継目の開口量の関係を示している。これより、クランプ継手供試体は、ループ継手供試体と比べ、設計せん断荷重 (PSu) まではほぼ直線的に変化しており、開口量も小さいことから、クランプのインターロック作用により円滑なせん断力の伝達機構を有していることがわかる。

図-5は、曲げ試験における継手部鉄筋のひずみと荷重の関係を示したものである。ループ継手では、20kN付近と70kN付近で変曲点を有している。これは、コンクリートの打ち継目にひび割れが生じたことによるものである。また、クランプ継手において、100kN以下の荷重で曲線が不連続となっているのは、鉄筋近傍でのひび割れの影響と考えられ、鉄筋のひずみはループ継手と大差ないことから、クランプのインターロック作用により十分な応力伝達が行われているものと推察できる。また、ひずみが3000 μ を超え、下側鉄筋が降伏したと考えられる荷重以降の荷重に対しては、クランプ継手、ループ継手の両供試体とも、中立軸の上昇により上側の鉄筋が引張力を負担し、耐荷力が向上することがわかった。曲げ供試体の最終ひび割れ状況を図-6に示す。各供試体の破壊は、打ち継目部、および、中央部にひび割れが生じた後、下側鉄筋が降伏し、上側コンクリートが圧縮破壊するものであった。

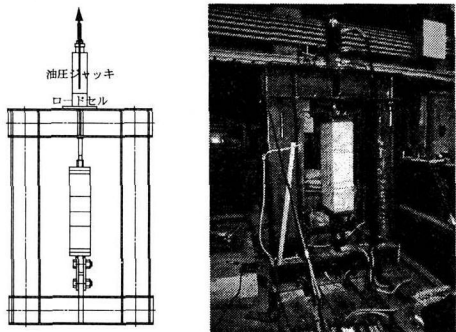
2.2 純引張り試験

継手部の引張り側の抵抗メカニズムを調べるため、純引張り試験を行った。試験に用いた供試体は、床版厚18cmで橋軸方向に鉄筋2本分を取り出したはりモデルを用いて行い、載荷荷重を10kN毎に単調増加させ、破壊まで載荷した。試験装置の概要を図-7に、供試体の構造を図-8に示す。継手部ループ筋のラップ長は、ループ継手では、DIN1045での規定を満足するように222mmとし、クランプ継手では、ループ継手と同様に222mmのもの(2.5D)と、ラップ長を132mmに短くした供試体(1.5D)も用意した。また、載荷は、供試体は無拘束で載荷する

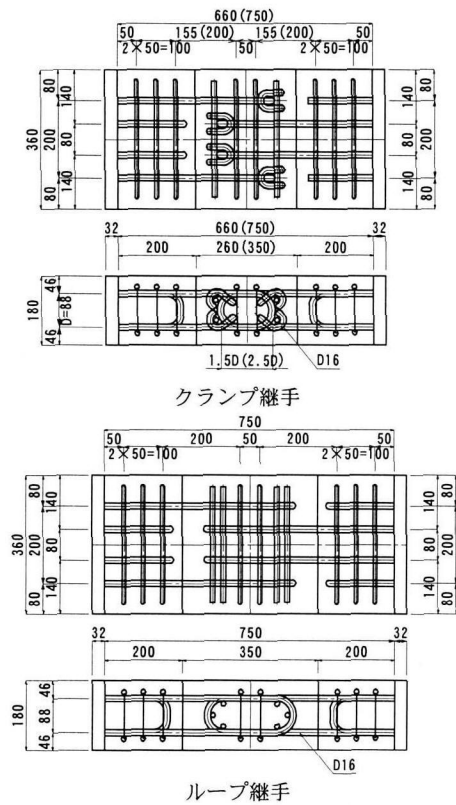
場合をcase 1 とし、実橋床版の橋軸方向の連続性を考慮して、継手部に1N/mm²の圧縮力を与えたものをcase 2 とした。さらに、比較のため継手部に圧縮力を加えた打ち継目を設けない供試体case 3 も用意した。供試体の材料特性を表－3 に示す。

図－9 に載荷ケース別の各供試体の荷重と鉄筋のひずみの関係を示す。これより、荷重－ひずみ曲線は、ループ継手、クランプ継手1.5D、2.5Dとも、全ケースにおいてほとんど差がないことがわかる。また、各供試体の破壊荷重は、概ね270kN前後であり、この荷重は、鉄筋4本が降伏する荷重とほぼ一致することから、継手部の破

壊形態は、ループ継手、クランプ継手とも初期荷重でコンクリートの打ち継目部にひび割れが生じ、その後の荷重に対しては鉄筋のみで抵抗し最終的に鉄筋が降伏することにより耐荷力を失うメカニズムとなることが確認できた。ただし、鉄筋打ち継目がない供試体では、100kN程度までの荷重に対し、他のケースと比べ鉄筋のひずみが著しく小さい。これは、打ち継目がないため、この部分に初期ひび割れが生じず、コンクリートが引張り応力を負担しているためと考えられる。その後、コンクリートにひび割れが生じると鉄筋のひずみは、打ち継目のあるものとはほぼ等しくなるまで急速に増加し、その後は打ち継目を有する供試体と同様の経路を辿ることが読みとれる。また、継手を有する供試体で、無拘束のcase 1 と、継手部に1N/mm²の圧縮力を与えたcase 2 では、ほとんど差が見られなかった。これは、供試体の横幅を床版厚の2倍程度としたためであり、この程度の幅厚比の供試体を用いれば橋軸方向の連続性の影響がほとんど無視できることが確認できた。



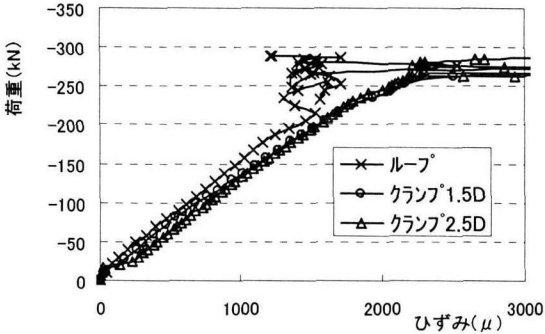
図－7 純引張り試験状況



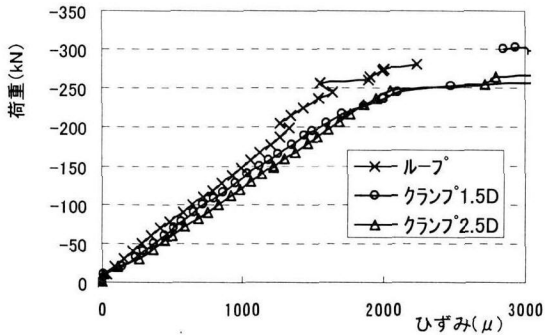
図－8 引張り試験供試体

表－3 材料試験の結果

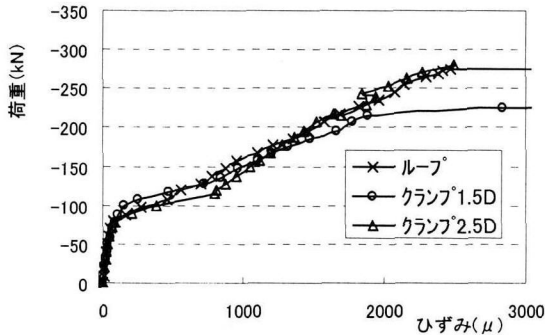
		強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
コンクリート	プレキャスト部	$\sigma_{ck} = 48$	32.1
	間詰部 (膨張)	$\sigma_{ck} = 54$	30.4
鉄筋		$\sigma_{sy} = 370$	194



case 1



case 2



case 3

図－9 荷重－鉄筋ひずみの関係

3. 疲労試験

プレキャスト床版の継手部分の応力状態を考えた場合、車輦の移動により曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメントなどが複合的に作用するものと考えられる。ここでは、せん断力と曲げモーメントに着目し、これらの比率を変えた以下の3つの応力状態を想定し、継手部の耐久性を確認することとする。

- ①RC床版を想定したせん断力卓越タイプ(RCタイプ)
- ②PC床版を想定した曲げモーメント卓越タイプ(PCタイプ)
- ③純せん断タイプ

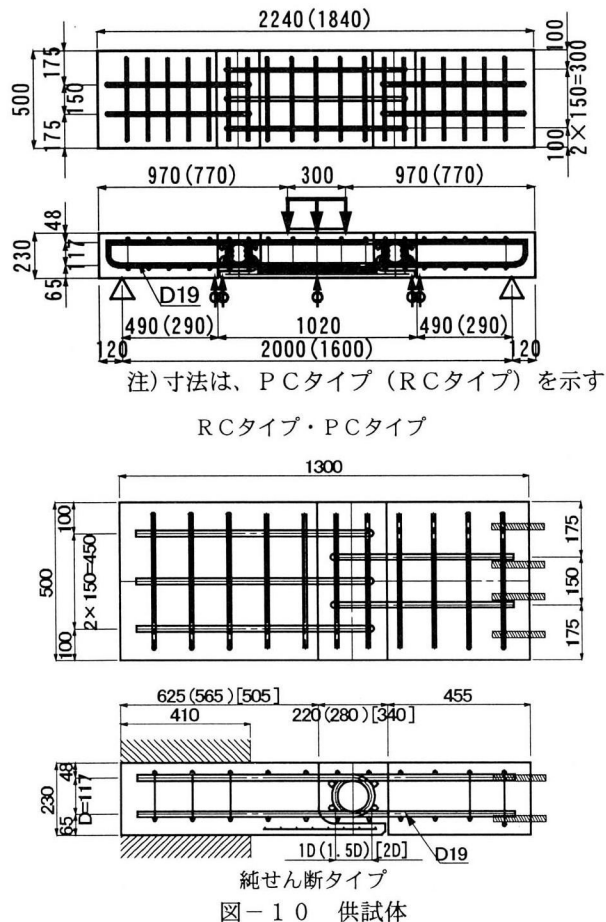


表-4 供試体の種類と名称

		RCタイプ	PCタイプ	純せん断
当初試験	クランプ継手 1.0D	A-1.0D	C-1.0D	E-1.0D
	ループ継手	B	D	F
追加試験	クランプ継手 1.5D	A-1.5D	C-1.5D	E-1.5D
	クランプ継手 2.0D	A-2.0D	C-2.0D	E-2.0D

表-5 材料試験の結果

			強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
当初試験	コンクリート	プレキャスト部	$\sigma_{ck} = 53$	31.6
		間詰部(膨張)	$\sigma_{ck} = 49$	27.5
	鉄筋		$\sigma_{sy} = 380$	194
追加試験	コンクリート	プレキャスト部	$\sigma_{ck} = 48$	32.1
		間詰部(膨張)	$\sigma_{ck} = 54$	30.4
	鉄筋		$\sigma_{sy} = 370$	197

3.1 試験概要

本試験に用いた供試体は、図-10に示すように、床版厚23cmの実物大床版とし、配力鉄筋方向に50cm幅を取り出したはりモデルとした。鉄筋の配置は、一般部での曲げ破壊よりも継手部での曲げ、せん断破壊が先行するように、大きな曲げモーメントが作用する部分(RC・PCタイプでは支間中央、純せん断タイプでは片持ち支点部)を3本とし、他の部分を2本とした。

供試体の種類は表-4に示すように、クランプ継手で当初、ループ筋のラップ長を1Dとしたが、曲げモーメント卓越タイプで継手部における回転変形が大きくなる傾向が見られたため、ラップ長を1.5D、2.0Dと変えた試験体を追加した。両供試体の材料試験結果を表-5に示す。

RCタイプ・PCタイプの荷重は、図-11に示すような荷重フレーム用いて行った。供試体の支間および継手位置は、床版厚が23cmとなるRC床版およびPC床版を想定し、この床版に作用する最大曲げモーメントと最大せん断力をFEM解析により求め、はり供試体の継手位置でこれらと等価な断面力が作用するように決定した。

一方、純せん断タイプの荷重装置は、図-12に示すように片持ちはりとするが、片持ち先端部における供試体の回転変位を拘束する構造にすることによって、継手

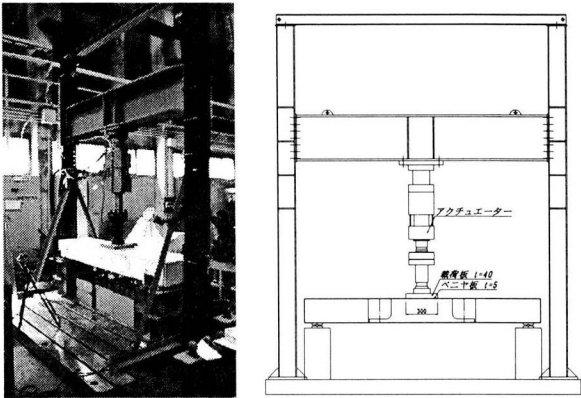


図-11 RCタイプ・PCタイプ荷重装置

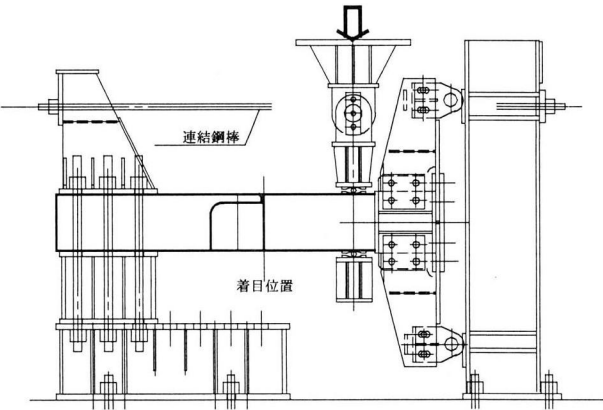


図-12 純せん断タイプ荷重装置

部のせん断力を卓越させた。そして、継手部は着目位置で曲げモーメントが0となる位置に配置し、供試体の設置方向は下側に押す载荷に対してせん断剛性が低いと考えられる、上下逆方向とした。

载荷荷重と回数は、RCタイプ・PCタイプでは、着目点での鉄筋応力が許容応力度となる設計荷重 L を基本荷重とし、純せん断タイプでは、床版厚が23cmの単純版の実橋床版における最大せん断力の計算値が、はり供試体の継手位置に発生する荷重を設計荷重 L として、表-6に示す荷重振幅と繰り返し回数にて载荷した。ただし、RCタイプ、PCタイプの当初試験において、载荷荷重を1.5 L に上げた直後に破壊したため、追加試験では、設計荷重以降、10万回毎に0.1倍ずつ荷重を増加させることとした。また、実験中の測定項目は、たわみ、継手の開口量、ひび割れなどとした。

3.2 試験結果および考察

図-1 3 に、本試験によるたわみと载荷回数の関係を示す。これより、図-1 3 (a)のRCタイプでは、全供試体とも設計荷重 L に対する50万回载荷までたわみは安定しており、たわみ値は当初試験より追加試験の方が若干小さい傾向が見られた。これは、コンクリート強度の違いによるものと考えられる。そして、50万回以降の設計荷重以上の载荷に対しては、A-2.0D供試体では、1.4 L 、81万回の载荷でたわみが急増し破壊に至り、A-1.5D供試体では、1.5 L 、91万回载荷で破壊した。また、1.5Dと2.0D供試体において、1.3 L までの各载荷ステップ毎のたわみの増加曲線は、両供試体共ほぼ同様であり有意な差異は認められなかった。

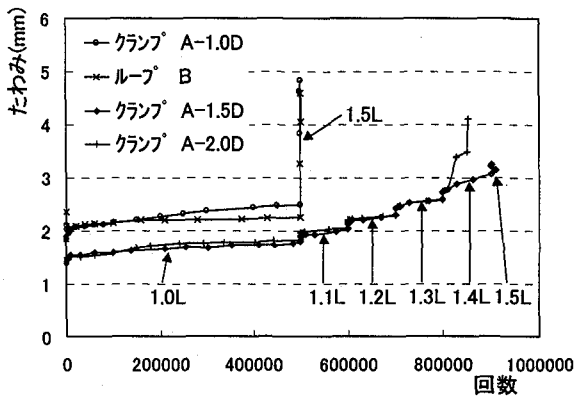
図-1 3 (b)のPCタイプの供試体では、設計荷重以下の荷重に対し、ループ継手のD供試体より、クランプ継手のC-1.0D供試体の方がたわみは小さかった。しかし、設計荷重の1.5倍の荷重を载荷すると、C-1.0Dでは载荷直後からたわみが急増し破壊に至ったが、ループ継手のD供試体では、たわみは増加したものの、たわみ量4.6mm程度で定常状態となり、55万回程度までたわみは安定し、その後破壊に至った。この差異は、継手部の曲げが卓越するタイプでは、ループ筋のラップ長を1.0Dとした場合、クランプによる回転拘束効果が小さく、継手部の劣化速度が早まるためと推定された。一方、ループ筋のラップ長を長くしたC-1.5D供試体では、荷重が増加するにしたがってたわみは増加するが、設計荷重の1.5倍の荷重で45万回の繰り返し载荷までたわみの増加速度は緩慢であった。C-2.0D供試体では、設計荷重の1.5倍、13万回で破壊しており、C-1.5D供試体と比べ少ない回数で破壊している。また、たわみの大きさもC-1.5D供試体より大きい値となっている。これらは、C-2.0D供試体では、設計荷重の载荷回数を50万回としたこと、および供試体のループ部ラップ長が長く、支間中央側の打ち継目部の曲げモ

ーメントがC-1.5D供試体より大きくなるため、この部分に早い段階でひび割れが生じたためと考えられる。

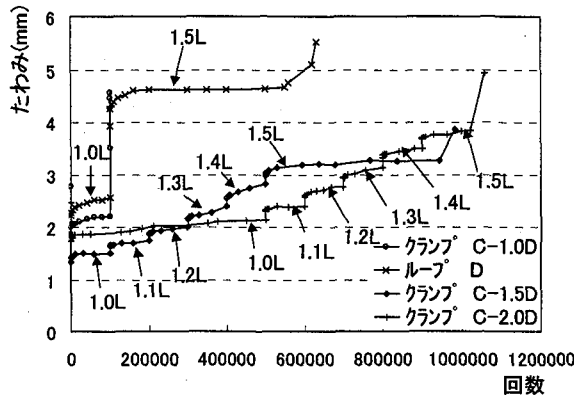
図-1 3 (c)に、純せん断タイプにおけるたわみと载荷回数の関係を示す。これより、全ての供試体において、1.5 L 、80万回の载荷に対し、たわみの増加傾向は緩やかで

表-6 载荷荷重と回数

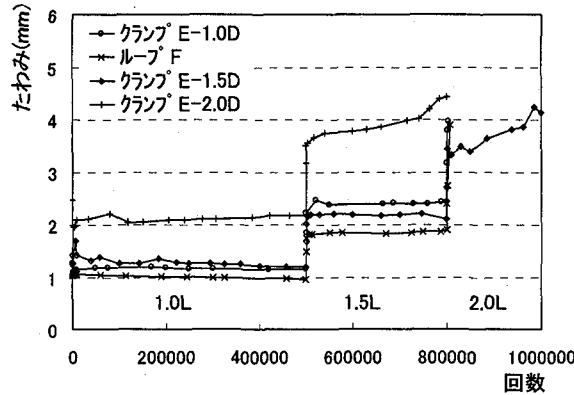
	荷 重 振 幅	載 荷 回 数
RC タイプ	10kN～78kN [設計荷重(L)]	0～50万回
	10kN～118kN [設計荷重(L)×1.5]	50万回～
PC タイプ	10kN～49kN [設計荷重(L)]	0～10万回
	10kN～74kN [設計荷重(L)×1.5]	10万回～
純 せん断 タイプ	10kN～39kN [設計荷重(L)]	0～50万回
	10kN～59kN [設計荷重(L)×1.5]	50万回～80万回
	10kN～78kN [設計荷重(L)×2.0]	80万回～



(a) RCタイプ (支間中央たわみ)



(b) PCタイプ (支間中央たわみ)



(c) 純せん断タイプ (载荷位置たわみ)

図-1 3 たわみ-回数曲線

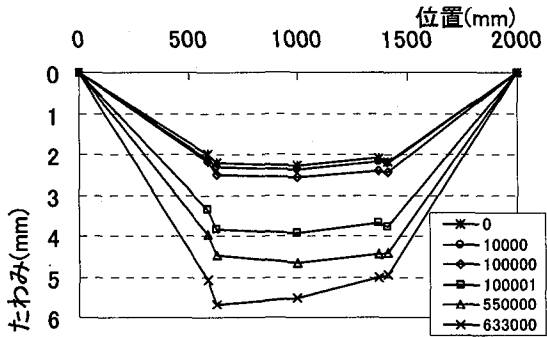
あることから、純せん断のくり返しに対する剛性の低下は少ないことがわかる。しかし、たわみの値は、クランプ2.0Dのみ他と比べ大きい値を示している。これは、ループ筋のラップ長が長いため、着目点とは異なる側の打ち継目部における曲げモーメントが他の供試体より大き

くなり、この部分にひび割れが発生したためと考えられる。

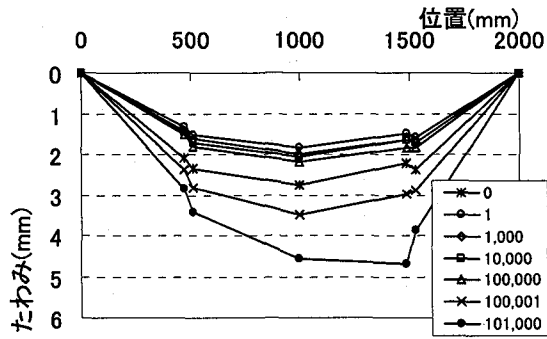
以上の結果より、ループ筋のラップ長が1.5D以上のクランプ継手は、設計荷重の1.5倍の荷重のくり返しに対しても、ループ継手と遜色ない継手性能を有していることが確認できる。

図-14に、PCタイプ供試体における各載荷回数毎のたわみ分布を示す。この図で、クランプ継手のC-1.0D供試体、ループ継手のD供試体において、たわみ曲線が継手位置で折れ曲がった形状となっている。これは継手部の打ち継目に初期載荷の段階でひび割れが発生しこの部分ではりが回転変形するためと考えられる。一方、ループ筋のラップ長を長くしたC-1.5D、C-2.0D供試体では、たわみ曲線の乱れが少なく、くり返し載荷後も一定曲率のたわみ曲線を維持することから、継手部の回転変形が小さく、荷重のくり返しに対しても高い継手剛性を維持することがわかった。

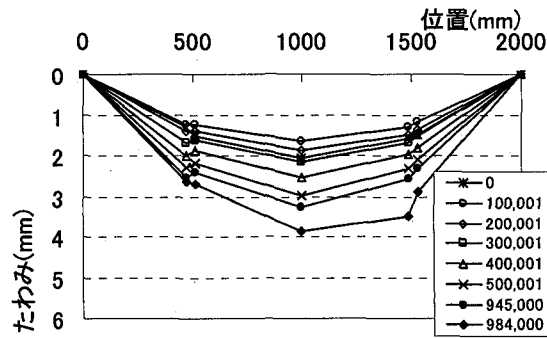
図-15はRCタイプ・PCタイプの実験終了時のひび割れ状況を示している。この図より、ループ筋のラップ長さにかかわらず、RCタイプ供試体の破壊性状は、継手部に大きな斜めひび割れが発生しており、継手部におけるせん断破壊の性状を呈しているといえる。PCタイプでは、下面からの垂直ひび割れが支配的であり、継手部における曲げ破壊の性状を呈していることが読み取れる。また、PCタイプ供試体における、クランプ継手のいずれの供試体も、垂直な打ち継目にひび割れの開きが集中し、アゴ状突起内側の打ち継目部にはほとんど開



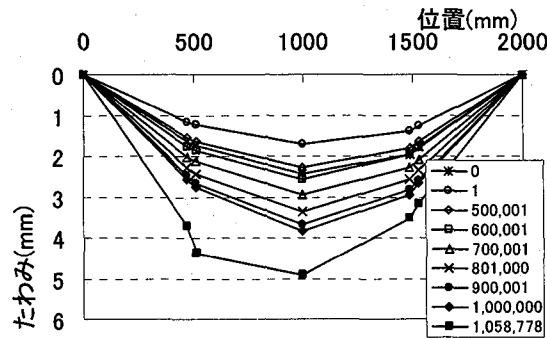
D (ループ)



C-1.0D (クランプ)

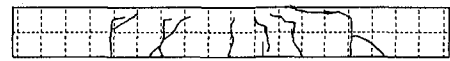


C-1.5D (クランプ)

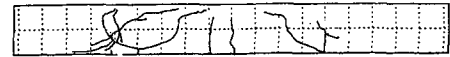


C-2.0D (クランプ)

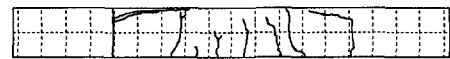
図-14 たわみ分布 (PCタイプ)



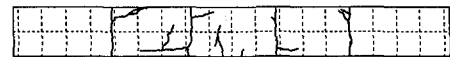
A-1.0D



B

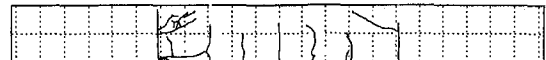


A-1.5D

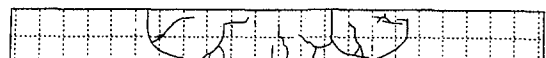


A-2.0D

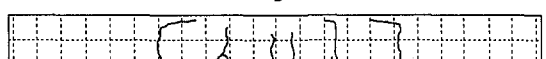
(a) RCタイプ



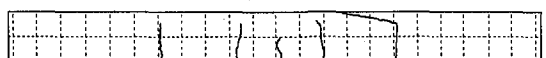
C-1.0D



D



C-1.5D



C-2.0D

(b) PCタイプ

図-15 ひび割れ図

きが生じないのに対し、ループ継手では両側の打ち継目部でひび割れの開きが生じていることが確認された。

また、純せん断タイプの供試体では、全供試体とも2.0Lの荷重載荷時に、着目した継手部ではなく、曲げモーメントの影響を受ける片持ち支点部、または、片持ち先端部の母材でせん断破壊した。これより、クランプ継手、ループ継手共に、純せん断に対しては十分な耐久性を有していることが確認できた。

4. まとめ

クランプ継手のはり供試体による静的載荷試験、および曲げ・せん断疲労試験により、以下に示す事項が明らかとなった。

- ①クランプ継手の静的曲げ耐力は、ループ筋のラップ長が1.0Dの場合でもループ継手と比べ遜色なく、せん断耐力についても、十分な強度を有していることがわかった。
- ②継手部の引張りに対する抵抗のメカニズムは、ループ継手、クランプ継手とも、初期荷重でコンクリートの打ち継目部にひび割れが生じ、その後の荷重に対しては鉄筋のみで抵抗し、最終的に鉄筋が降伏することにより耐力を失うメカニズムとなることが確認できた。
- ③現行の設計荷重レベルでは、クランプ継手は、ループ筋のラップ長にかかわらず、十分な静的耐力、疲労耐久性を有していることがわかった。
- ④クランプ継手のループ筋のラップ長が1.0Dと小さい場合、継手部で剛性が低下し回転変形する傾向がみられるが、ループ筋のラップ長を1.5D以上とすれば、荷重のくり返しによる継手部の剛性低下による回転変形は少なく十分な耐久性を有していることがわかった。

今回の試験では、はり供試体により耐力、耐久性の確認試験について報告したが、今後は、輪荷重走行試験機による疲労試験を行い、今回の試験の妥当性および版としての耐久性の検討を行う予定である。

参考文献

- 1)石崎茂，松井繁之，金閨七，久保圭吾：プレキャスト床版用クランプ継手の曲げ・せん断耐力と耐久性，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.3，pp727-732，2000
- 2)前田幸雄，松井繁之：輪荷重移動装置による道路橋床版に関する研究，第6回コンクリート工学年次論文集，pp221-224，1984
- 3)内田賢一，西川和廣，神田昌幸：輪荷重走行試験機による道路橋床版の疲労試験，土木学会第51回年次学術講演会，pp998-999，1996
- 4)栗原慎介，金崎喜美男，金田昌治，松井繁之：橋軸方向にプレストレスを導入したRCプレキャスト床版の疲労性状，構造工学論文集，Vol.44A，No.3，pp1365-1372
- 5)八部順一，川畑篤敬，佐々木保隆，内田賢一，宮崎和彦，西川和廣：パーシャルプレストレスを導入したPC床版の輪荷重走行実験，第1回鋼橋床版シンポジウム講演論文集，pp43-48，1998
- 6)コンクリート標準示方書設計編，土木学会，pp60-65，1996

(2001年9月14日受付)