

PCC床版 Butt-joint 部の補強方法

(昭和60年5月31日 原稿受付)

開発土木工学科(大学院) 内 田 博 之
開発土木工学科(大学院) 岩 上 恵 治
開発土木工学科 出 光 隆

Reinforcing Method of Butt-joint Section in PCC Slab

by Hiroyuki UCHIDA
Keiji IWAGAMI
Takashi IDEMITSU

Abstract

The construction of RC slab can be improved greatly by the adoption of the PCC slab, which only needs simple and safe works as compared with that of ordinaly cast-in-place RC slab. But some unknown points on the PCC slab still remain, as it is a new type of composite member composed of two layers of cast-in-place concrete and precast PC planks.

The most important point to be made clear is the reinforcing method of the weak section where slit due to the butt-joint of planks remains in lower portion. In the specification of AASHTO, it is recommended that the reinforcing bar should be placed at the center of cast-in-place concrete section. But, its reason is not explained.

The authors made the specimen simulating the butt-joint part and conducted static and fatigue tests, in order to examine whether the method of AASHTO is the best.

As the result, it is found that placing the reinforcing bars as low as possible gives higher strength than the method of AASHTO.

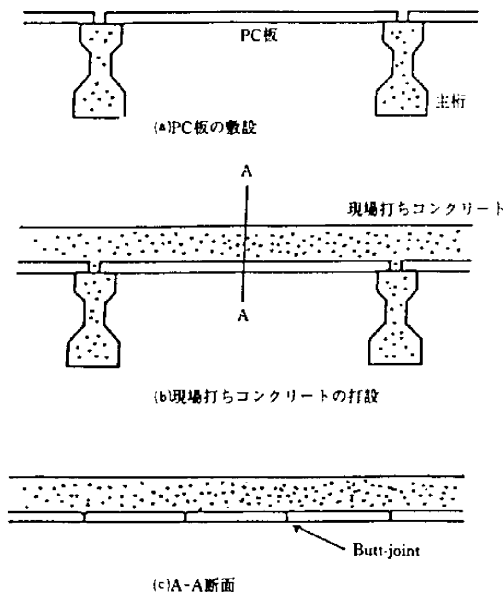
1. まえがき

近年、建設技術の向上に伴い建設工事も複雑化し、施工の合理化が重要な問題となっている。一方、労力の不足、特に型枠大工、弋工、鉄筋工等の技術労働者の不足が進む中で安全管理上の条件は一層厳しさを増してきている。鉄筋コンクリート床版施工の際、上記の諸問題を解決する工法として、プレキャストPC板を埋設型枠として用いるPCC床版工法(PC Composite slabの略称)が開発され、すでに一部で実用化されている。この工法によると型枠、支保工の組み立て作業などが省略され、少ない労働力で安全かつ迅速にコンクリート床版を施工できる。¹⁾²⁾しかしながら、合成構造であるための未解決な問題点も残っている。そのうち最も重要と考え

られるのがButt-jointの補強方法である。そこで筆者等は基礎的実験としてButt-joint部をシミュレートしたRC部材に、交番するせん断力を作用させ、その破壊機構、耐疲労性等を調べた。

2. PCC床版工法の概要

図一1(a), (b), (c)にPCC床版工法の概要を示す。主桁架設終了後、まずプレキャストPC板をその間に敷き並べる(図一1(a))。次にPC板に型枠の役目をさせて現場打ちコンクリートを打設する(図一1(b))。コンクリート硬化後はそれらは一体となり合成床版を構成する。しかしながら、この工法ではPCC床版下面の橋軸直角方向にButt-jointの切れ目が残ることになり(図一1(c))、その部分より上面にまで貫通するひびわれが発生す



図一 1 PCC床版工法の概略

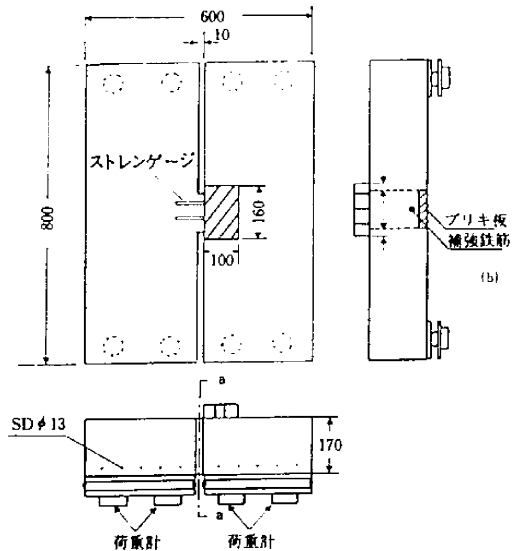
る危険性がある。この joint 上の現場打ちコンクリートの補強方法として AASHTO では幅 1 m 当たり 5.3 cm^2 の鉄筋を現場打ちコンクリート厚さの $1/2$ の位置に置いておけば良い³⁾としているが、その理論的根拠は明らかにされていない。筆者らは、この補強方法の妥当性に疑問を持ち、以下の基礎的研究を行った。

3. 実験供試体

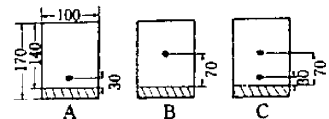
供試体の断面形状・寸法を図一 2 に示す。構造的には 2 本のはりがせん断面 (a-a 断面) でつながった形をしており、PC 板間の Butt-joint 部と床版厚を実橋のものと同じにした。補強鉄筋の位置、鉄筋量のちがいによる影響を調べるため図一 3、および表一 1 に示す供試体を作製した。A-I、A-II シリーズは $\phi 6 \text{ mm}$ 、 $\phi 9 \text{ mm}$ の鉄筋をそれぞれ下層に、B-I、B-II シリーズは A シリーズと同じ鉄筋をそれぞれ上層に、C-III シリーズは $\phi 6 \text{ mm}$ の鉄筋を上・下層に配置したものである。AASHTO の規定 (1 m 当たり 5.3 cm^2) に近いものは A-II、B-II、C-III シリーズである。

4. 実験方法

Butt-joint 上を輪荷重が通過するたびに、その現場打



図一 2 供試体の断面形状・寸法



図一 3 せん断面の補強方法の種類

表一 1 供試体の種類

配筋方法	種類	鉄筋量 (cm^2)	コンクリート圧縮強度 (Kg / cm^2)
A	I	0.28	406
	II	0.64	355
B	I	0.28	360
	II	0.64	355
C	III	0.57	355

ちコンクリート断面に作用する鉛直方向せん断応力の向きは交番するため、厳密には両振りせん断試験を行わなければならない。しかしながら、交番載荷の方法が極めて難しいため、図一 4 に示す要領で数回毎に joint 部の右又は左側に載荷点を移動させて、せん断応力の向きを変えることにした。つまり、図一 5 (a) に示す両振りせん断力を同図 (b) に示す片振りせん断力の組み合わせで代用

させるのである。片振りせん断力の上限值は静的ひびわれ貫通せん断力の50~90%の範囲で変化させた。(以下、その値を上限せん断力比と呼ぶ。) 下限せん断力比は7%と一定とした。

図-4に示す載荷状態の時、joint部が受けるせん断力はAグループの荷重計(4個)によって測定した反力の和である。荷重計は手製のもので、その形状・寸法を図-6に示す。上・下面に凹凸をつけることにより直線性、再現性ともに良好な荷重-ひずみ直線を得ることができた。測定項目は上緑コンクリートのひずみ、鉄筋のひずみ、下緑に貼付したπ型ゲージのひずみ、ひびわれ

進行状況等で、荷重位置を変えるとき静的載荷により測定した。

繰り返し荷重載荷方法を表-2に示す。初めAで1回、荷重位置を変えてBで1回、次にAにもどして9回、Bに変えて9回さらにAに変えて10回という要領で表-2の順に載荷し換算繰り返し回数200万回まで続けた。

5. 実験結果

5.1. 静的試験結果

a-a断面に働くせん断力と鉄筋およびπ型ゲージのひずみの関係を図-7に示す。両曲線ともひびわれ貫通

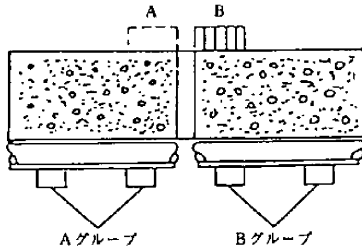


図-4 載荷点の位置

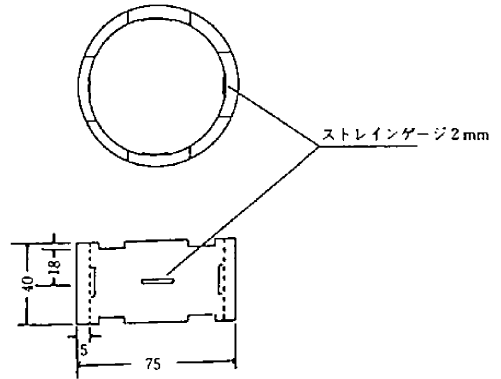


図-6 荷重計

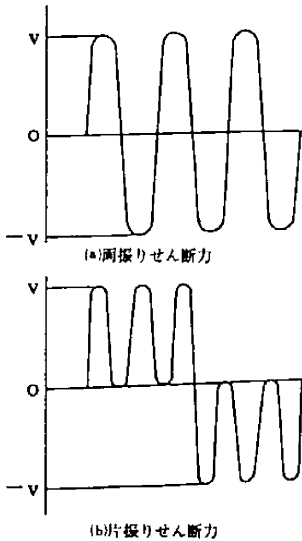


図-5 換算両振り回数のおきかえ図

表-2 繰り返し載荷の要領

繰り返し回数		載荷位置		換算両振り回数
載荷位置 A	載荷位置 B	交番回数		
1	1	1		1
9	9	2		1~10
90	90	2		10~100
450	450	4		100~1000
4500	4500	4		1000~1万
45000	45000	4		1万~10万
50000	50000	78		10万~200万
		計95		

時、破壊時にひずみの急増する様子が明確に表れており、それらの曲線から、ひびわれ貫通せん断力、破壊せん断力を求めることができる。静的試験結果を後述する疲労試験結果とともにまとめて表-3に示す。鉄筋量が大きくなると、ひびわれ貫通せん断力、破壊せん断力ともに大きくなるが前者と後者の比は逆に小さくなる。AASHTOの規定に近い鉄筋量の場合（A-II、B-II、C-III）、ひびわれ貫通せん断力、破壊せん断力とも下層に配置した鉄筋量が多いものほど高くなる傾向を示した。その理由は、下層配置ほど抵抗曲げモーメントが大きく、ひびわれ幅の増加をおさえる結果、ひびわれが入っても骨材のかみ合いによるせん断抵抗が大きくなり、それがせん断耐力に有効に働くためと考えられる。AASHTOの規定は、鉄筋の dowel action（ほぞ作用）

効果を重視してかぶりとなるべく大きくとるように定めたものと推察されるが、せん断のみでなく曲げ作用も同時に働く場合は、dowel action が十分期待できる範囲内で、できるだけ下層に鉄筋を配置した方が補強効果は大きくなる。

5.2. 疲労試験結果

実橋の床版では、ひびわれが上面にまで達すると、舗装面にもひびわれがはいり、雨水等が浸透するので好ましくない。したがって、本疲労試験ではひびわれが上面に達した時（ひびわれ貫通時）を疲労限界状態とみなすことにした。疲労試験結果を図-8に示す。同図は上限せん断力と破壊両振り回数を示したものである。中層に配置したBシリーズの結果はA、Cシリーズのものにくらべて全体的に小さく、また著しくばらついている。試

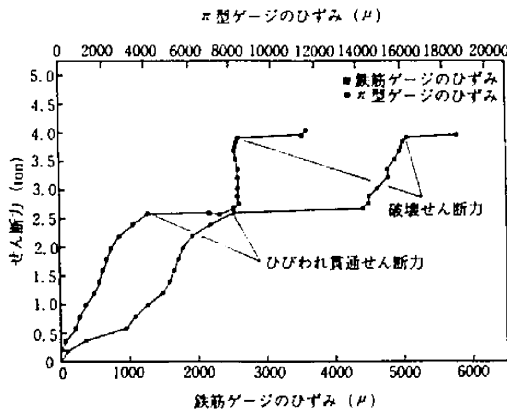


図-7 せん断力と鉄筋、π型ゲージのひずみの関係

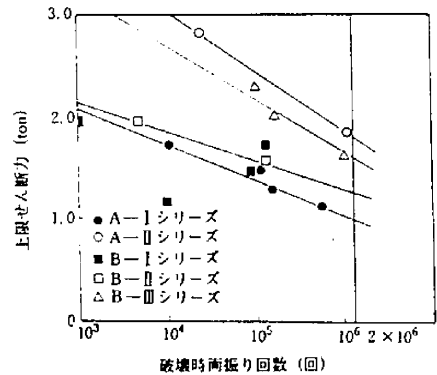


図-8 上限せん断力と破壊時間両振り回数の関係

表-3 静的、疲労試験結果

	鉄筋位置	鉄筋量 (cm ²)	静的試験結果		疲労試験結果	
			ひびわれ貫通せん断力 (ton)	破壊せん断力 (ton)	上限せん断力 (ton)	上限せん断力比 (%)
A-I	下層	0.28 (φ6)	2.10	2.93	1.0~1.1	48~53
A-II	下層	0.64 (φ9)	3.20	4.71	1.8~1.9	56~59
B-I	上層	0.28 (φ6)	2.00	2.95	-	-
B-II	上層	0.64 (φ9)	2.31	3.92	1.2~1.3	52~56
C-III	上・下層	0.59 (2×φ6)	2.59	3.97	1.5~1.6	58~62

験値の数は少ないが、一応同図より、換算両振り回数200万回に対する上限せん断力を推定すると表-3の通りとなる。これより、疲労の面からも、下層配置で鉄筋量が多いものほどせん断耐力は大きいことがわかる。

次に、接合部(図-2, a-a断面付近)のひびわれ性状についてのべる。最初の静的載荷によって曲げひびわれがはいり、それが荷重の繰返しとともに伸びて行くが、その先端の方向は載荷点を交番するたびに代わり、荷重の載荷されている側へと傾く。その結果、ひびわれはジグザグ模様を描くことになる。荷重を交番させない場合はひびわれは一方の側へ進展して行き、破壊状況も異なってくるのが予想される。本実験におけるひびわれ性状は、車両交通によって疲労したRC床版のひびわれ進展の状況と一致している⁴⁾ことから、供試体・載荷方法ともに、実際のRC床版をシミュレートしたものであるといえる。

6. 結 論

AASHTOの規定は鉄筋を中層に配置し、かぶりを大きくすることにより、より大きなdowel actionを期待したものと思われるが、本実験に用いた供試体のように下面からのかぶりが6 cm程度とれる場合は下層に鉄筋を配置した方が、静的、動的両荷重に対して有効であることが明らかとなった。

なお本実験では図-2(b)に斜線で示した部分を一体の

コンクリートとしているが、PCC床版ではその部分がプレキャストPC板となるから、実際には鉄筋の下に水平打ち継ぎ面が存在する。したがって、それがdowel actionに若干影響を与えるかもしれない。しかしながら、これまでの研究結果から、水平打ち継ぎ面が存在しても合成床版は一体として挙動することが確かめられている。現在、プレキャストPC板を用いて検討を行っている。

謝 辞：本研究に御協力頂いた昭和59年度大学院終了・辻 裕治氏(現富士P.S.コンクリートKK)および学部卒業・緒方純二氏(現ドービー建設工業KK)に深謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 渡辺明他：PC板埋設型枠の利用による新省力・迅速施工法に関する研究，昭和56年・57年度科学研究費補助金研究成果報告書
- 2) 江本幸雄，渡辺明，出光隆：PC板埋設型枠を用いた合成床版に関する研究，土木学会論文集，第360号，pp.31~40 1985
- 3) Tentative Design and Construction Specifications for Bridge Deck Panels. PCI Journal Jan/Feb 1978.
- 4) 岡田，岡村他：道路橋鉄筋コンクリート床版のひびわれ損傷と疲労性状，土木学会論文集，第321号，pp.49~64 1982
- 5) コンクリートライブラリー第44号，プレストレスコンクリート標準示方書，土木学会