

横浜国立大学

正会員 池田 尚治

同上

正会員 椿 龍哉

同上

学生員 ○山野辺 慎一

1. はじめに 橋梁のフーチングの設計施工方法の新しい方式としてあらかじめコンクリートの枠をつくっておき、その中に鉄筋を配置してコンクリートを打込んで一体とするものがある。こうした構造では接合面の一体性が大きな問題となり、特に接合面のずれ剛性が合成断面のひびわれ、終局強度、変形特性などあらゆる性質に大きな影響を及ぼすことが予想される。本研究は横浜港横断橋下部構造の新旧コンクリート一体化実験の一環として底版または隔壁を有する小型供試体により基礎的な実験を行ない、その一部について有限要素法による解析を行ない比較考察するものである。

2. 実験概要 供試体の概要を図-1、2及び表-1に示す。底版を有する供試体のうち No.1 から No.4 までは接合面は無処理、No.5 と No.6 は接合面の付着を除去し dowel bar だけによってせん断力を伝達させるはりである。また No.7 と No.8 は正負繰返し荷重下の挙動を調べるためのものであり接合面は無処理とした。隔壁を有するはりを対象とした供試体は No.9 と No.10 でありどちらも鉛直に配置したプラスチック板によって4つのブロックに仕切られているが、No.10 は全断面を仕切り、No.9 は上下鉄筋の間だけを仕切り上下縁のコンクリートのずれ止め効果を調べるものである。コンクリートの目標強度は底版が $\sigma_{ck}=350 \text{ kgf/cm}^2$ 、その他はすべて $\sigma_{ck}=240 \text{ kgf/cm}^2$ とした。使用鋼材は全供試体とも SD30 (D6 及び D10) である。

3. 実験結果 試験結果の概要を表-1、図-2、3に示す。

3-1 底版を有する供試体 No.1 から No.4 までの接合面が無処理で一方向載荷の供試体では接合面のずれによる破壊は見られず一体打ちのはりと同様の破壊性状を示している。いずれも斜めひびわれが発生した時接合面ではこれに沿ったひびわれが部分的に見られたが、これが端部まで達するものはなく最大耐力に大きく影響することはなかった。一方正負繰返し荷重を受ける供試体は接合面の劣化が見られ、No.8 ではこの結果載荷点より片側が負載荷時 9.3 t で鋭い音と共にずれた。これらは接合面が無処理であっても付着が良好であり、正負の繰返し高荷重を受ける場合以外は接合面がはりに与える影響は小さいといえる。しかし同じ 2-D6 の配筋の No.2 と No.11 の最大耐力が 4.0 t と 4.1 t とほぼ同じ値であるのに対し 2-D10 の配筋の No.4 と No.12 では 6.4 t と 7.2 t と多少差が生じている。これは鉄筋量が多い場合は曲げによって破壊する前に斜めひびわれが発生し、これが接合面に沿って発達したために一体打ちに比較して耐力が低下したのである。

No.5 と No.6 は接合面が dowel bar によって弾性的に結合しているのでこれに対応する No.2、No.4 とはかなり異なった挙動を示した。どちらも後打ち部と底版には別々にひびわれが発生し後打ち部にひびわれが発生

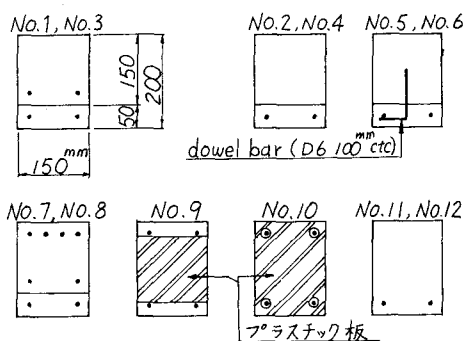


図-1 供試体断面図

表-1 供試体の概要と試験結果

供試体 No.	せん断力 高比 (%)	接合面 の状態	配筋 後打ち部	状態 底版	設計荷重 t	ひびわれ 荷重 t	最大耐力 t
1	2.0	無処理	2-D6	2-D6	2.1	3.0	5.8
2	1.7		なし	2-D6	1.9	3.0	4.0
3	2.0		2-D10	2-D10	4.5	3.5	9.3
4	1.7		なし	2-D10	2.7	2.9	6.4
5	1.7	付着除去 dowel bar 100mm c/c	なし	2-D6	1.9	1.9	3.7
6	1.7		なし	2-D10	2.7	2.0	5.0
7 正	2.0	無処理	4-D6	2-D6	2.1	2.9	6.3
負	1.7		2-D6		2.5	2.1	7.2
8 正	2.0		4-D10	2-D10	4.5	4.0	9.5
負	1.7		2-D10		5.3	4.0	9.3
9	1.7	プラスチック 板配置	2-D10	2-D10	2.7	2.0	5.8
10	1.7		2-D10	2-D10	2.7	1.3	3.2
11	1.7	一体打ち	なし	2-D6	1.9	1.8	4.1
12	1.7		なし	2-D10	2.7	2.7	7.2

すると同時に接合面のずれが増大し剛性がかなり低下した。最大耐力は No. 5 が No. 2 の 93%、No. 6 が No. 4 の 78% で大きな低下は見られなかった。これらの供試体の耐荷メカニズムとしては重ねばり的なものであるが、載荷点下に発生したひびわれが発達すると接合面のずれが増大し、これによる後打ち部の折れ曲がりたわみとなる。またはりの耐力低下は dowel action の低下によるものであり、これが徐々に進行するためには非常に粘り強いものとなっている。

3-2 隔壁を有する供試体 耐荷メカニズムはどちらも接合面を介した鉄筋の dowel action による独特のものであった。鉄筋に沿って水平に延びるひびわれは No. 9 で 2.7t、No. 10 で 1.8t で一挙に発生し、No. 9 ではこの時荷重は 2.0t まで下がりその後は No. 10 と同様の挙動を示した。隔壁部で大きなずれを生ずるはりは鉄筋に沿ったひびわれの発生を押えることにより耐力の低下をある程度防ぐことができると思われる。また変形を更に増大させると耐力が再び増大することも認められた。なお No. 10 の供試体は主鉄筋の支点上での定着が破壊し No. 9 に比べ耐力が半分ほどしかなく、これが十分であれば両者の耐力はほぼ同じになると思われる。

4. 有限要素法による解析 供試体 No. 5 と No. 6 及びこれと類似した数体のはりについて有限要素法による解析を行った。dowel bar は一般に鉄筋とコンクリートとの付着をモデル化したボンド・リンクと呼ばれるバネ要素を用い、二次元非線形問題として取り扱い荷重増分法によって解いた。

図-4 に示す通り、有限要素法による計算値は比較的良好に実験値と対応しており解析モデルの妥当性が示された。dowel bar の量がはりのたわみに与える影響は後打ち部のひびわれ発生までは小さい。また、dowel bar の量が供試体に配置した量の 2 倍程度では後打ち部の圧縮領域が小さいためにはりの耐力はこの圧縮破壊によって決まり、底版の鉄筋量にはあまり影響されないことなどもわかった。接合面でのせん断伝達には dowel action だけを計算に取り入れたが、実際には付着を除去した面でもせん断力の伝達が存在し、このような接合面の状態を定量的に把握することが今後必要と思われる。

5. あとがき 基本的な実験から底版または隔壁を有する鉄筋コンクリートはりの破壊についての定性的なことから把握することができた。しかし接合面のずれ剛性によって破壊形態が微妙に変化し、接合面の状態や繰返し荷重による影響を定量的に求めておくことが今後の研究の上で重要であると思われる。

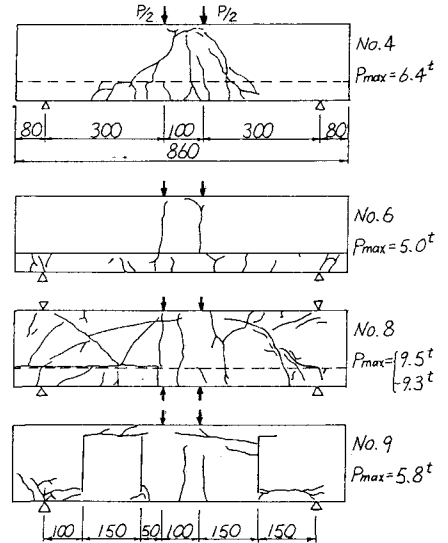


図-2 おもな供試体のひびわれ発生状況

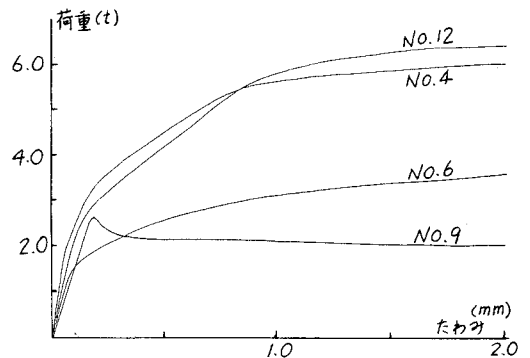


図-3 おもな供試体の荷重-たわみ曲線

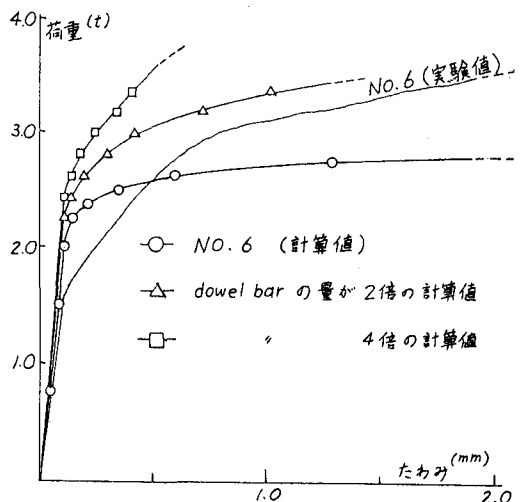


図-4 FEMによるdowel barをもつはりの計算結果