

報告

[2006] U形断面をした PRC 小梁の載荷実験

正会員○山田 宏至(富士ビー・エス・コンクリート)
 正会員 小森 清司(長崎大学工学部)
 松原 正安(大成建設設計本部)
 田中 恭哉(富士ビー・エス・コンクリート)

1. はじめに

今日の高度情報化の進展には目をみはるものがあり、建築の分野においてもインテリジェントビルと呼ばれる高度情報化機能を持つビルの建設に関心が集まっている。一般的にこのような機能を建物に取込む場合二重床とし配線・配管用のスペースを設けることが多いが、そのため階高が高くなり、それだけ層数や建築容量の減少をきたし経済的リスクが大きくなる。そこで考え出されたのが、U形床板とU形小梁からなる床システムである(図1)。

この工法は施工の容易さと工期の短縮及びびびわれ防止のため、プレストレスを導入したU形のプレキャスト床板とそれを支持するU形のPRC小梁との組合せで構成され、しかも配線・配管のスペースが床板内のU形の空洞で処理され、その空洞が床板から小梁まで連続しているため非常に便利であり、さらに床板表面のどこからでも、配線が自在に取り出せる特徴を兼ね備えている。

本報告はこのうちU形断面をしたPRC小梁の単体と合成体に対して載荷実験を行い、耐力、変形性状および破壊性状を調査し、あわせて実用化への可能性を検討したものである。

2. 試験体

試験体は、プレストレスを導入したU形小梁(以下UB-1と呼ぶ)1体と、その上にU形のPC板とRC床板とを結合したPRC合成小梁(以下UBCS-1と呼ぶ)1体の計2体よりなる。その断面詳細を図2に、材料特性を表1、表2に示す。ここにUBCS-1はU形断面のPC板埋設型枠を床スラブ下面に持つ合成T形梁で、各

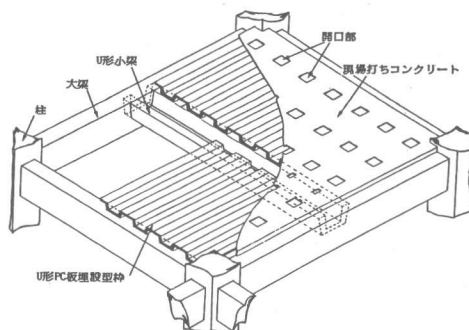
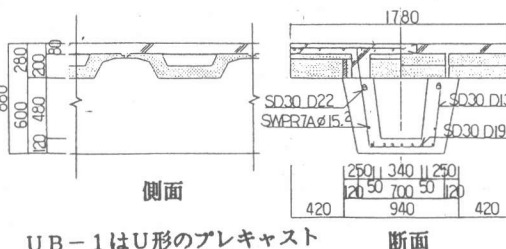


図1 概略図



UB-1はU形のプレキャスト床板を除いた断面を持つ。

図2 UB-1断面詳細図

表1 コンクリートの性質

U形小梁用コンクリート				現場打ちコンクリート			
単位 kg/cm ²							
圧縮強度	引張強度	曲げ強度	E(10 ⁵)	圧縮強度	引張強度	曲げ強度	E(10 ⁵)
422	27.2	48.5	2.8				
551	29.6	44.2	3.2	259	20.1	28.1	2.1

*) 上段はUB-1の強度、下段はUBCS-1の強度を示す。

表2 PC鋼より線・異形鉄筋の性質

	公称直径	断面積(mm ²)	σ_t (kg/mm ²)	σ_b (kg/mm ²)
PC鋼より線	φ15.2	138.7	173	184
	D13	126.7	36	50
異形鉄筋 (SD30)	D19	286.5	38	53
	D22	387.1	39	56

試験体ともスパン 6.0 m の実大小梁である。また上面床板と小梁との接合面はダボ筋として D 13@100 が配されている。

3. 実験方法

実験は、図 3 に示す実験装置を用い、両試験体とも単純支持 2 線集中載荷方式によった。加力はオイルジャッキで行い載荷梁を介して 2 点に振り分けた。加力サイクルは、積載荷重作用時の性状を確認した上で、曲げひびわれ発生荷重まで、破壊耐力までをめやすに行った。加力は単調増加加力としたが、各レベルでの変形状を確認した。

4. 測定方法

測定は垂直変位計を用い支持点・スパン中央のたわみを、ワイヤーストレインゲージを用い U 形小梁側面と合成床板表面の歪度を測定した。また U 形小梁の幅方向の開きはノギスにより測定した。ひびわれの確認は目視によった。

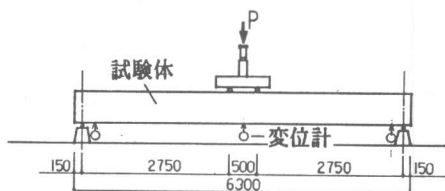


図 3 実験装置

5. 実験結果

表 3 に実験結果一覧、図 4 に $P \sim \delta$ 関係、図 5、図 6 に UB-1, UB-CS-1 の最終ひびわれ図、図 7 に PC 鋼より線の $P - \epsilon$ 関係を示す。

1) たわみ性状

両試験体ともひびわれ発生までは弾性体としての性状を示し、ひびわれ発生後若干剛性が落ちその後 PC 鋼より線の降伏によって変形のみ増加し荷重の上昇が認められなくなる靱性のある曲げ性状を保ちながら終局に至った。

2) ひびわれ性状

図 5、図 6 に示すように、両試験体ともひびわれ状況は近似している。スパンの中央 1/3 区間に集中しており、全幅貫通ひびわれは 10 本程度でその後このひびわれは、載荷点に向かって伸展し UB-1 上面に圧壊現象 (図中丸印部) を呈した。UB-CS-1 においては $P = 50 t$ 付近で小梁と上面の板部との打継部に剝離と思われるひびわれが確認された。しかしこれは、打継面にそって後からモルタルによる上ぬり部分の剝離であって

表 3 実験結果一覧

		UBCS-1	
		合成	非合成
ひびわれ	実験値	26.0	45.1
	発生荷重 (ton)	計算値	26.3
最大耐力 (ton)	実験値	54.7	82.6
	計算値	46.3	72.8
	実/計	0.99	0.95
		1.89	
		1.18	1.13
		1.61	

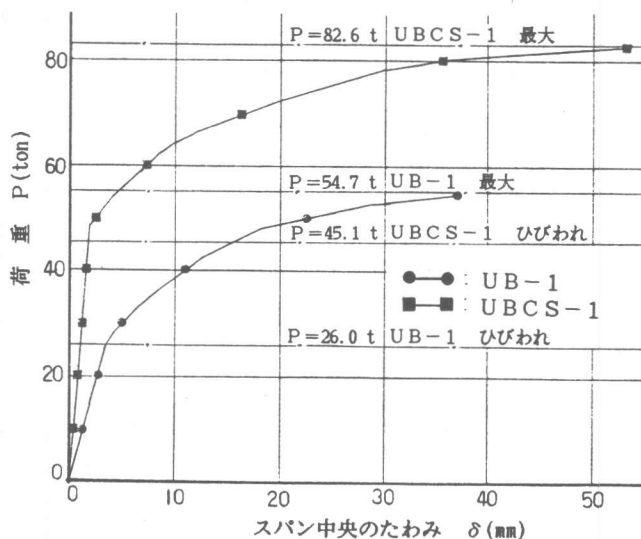


図 4 $P \sim \delta$ 関係

本体同志の肌わかれではない。また最大荷重時においても UB-1 の幅方向の開きは確認されなかった。

6. 実験結果の検討

6. 1. たわみ性状

図4に、UB-1とUBCS-1のP- δ 曲線を重ねて示す。

1) 初期剛性 UB-1の初期剛性は計算値に比べて1.14倍、UBCS-1はUB-1と現場打ち部分のみを有効断面と考えると、計算値の1.19倍となり妥当な値を示す。

2) ひびわれ発生荷重 UB-1のひびわれは26.0tでスパン中央下縁に発生した。この値は施工荷重12.7tの約2倍であるが、PRC指針推奨の曲げ引張強度 $F_{tb} = 0.07 \times (5/3) \times F_c$ を用いれば良い結果を得る。一方UBCS-1のひびわれは45.1tで発生しているが、これは積載荷重の約2.3倍にあたる。また非合成体として計算した結果の約1.9倍、合成体と考えた場合の約1.0倍に相当し合成体により近い構造であると判断される。

3) 最大耐力 UB-1は $P = 54.7t$ 付近でスパン中央のコンクリート上縁が圧壊現象を呈し、荷重が上昇しにくくなった点を最大耐力とみなした。このときのたわみは、 $\delta = 3.8cm$ で部材角 $R = 1.3\%$ であった。一方UBCS-1では $P = 82.6t$ で最大耐力となり、非合成と考えた場合の約1.6倍、合成体と考えた場合の約1.1倍となり余裕を持っている。また最大荷重時にスラブとの接合部においてずれは確認されなかった。これは、ダボ筋による効果があったものと考えられる。最大耐力の算出にあたっては、PC規準²⁾の曲げ破壊耐力の計算式を用いた。

6. 2 鋼材の歪度

両試験体ともひびわれ発生後に歪度が著しく増加しているが、これはPC鋼より線と引張鉄筋が断面に生ずる引張力の大半を負担するためであると考えられる。

6. 3 コンクリートの歪度分布

図8、図9にUBCS-1のスパン中央断面のコンクリート歪度分布を示す。縦軸に断面の測点高さ位置、横軸に各位置でのコンクリート歪度を示す。この図からひびわれ発生までコンクリートの歪度は直線的な分



図5 UB-1 最終ひびわれ図

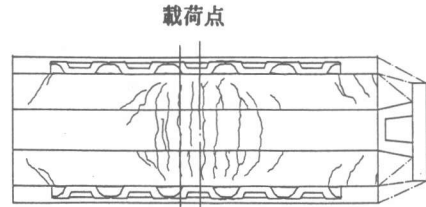


図6 UBCS-1 最終ひびわれ図

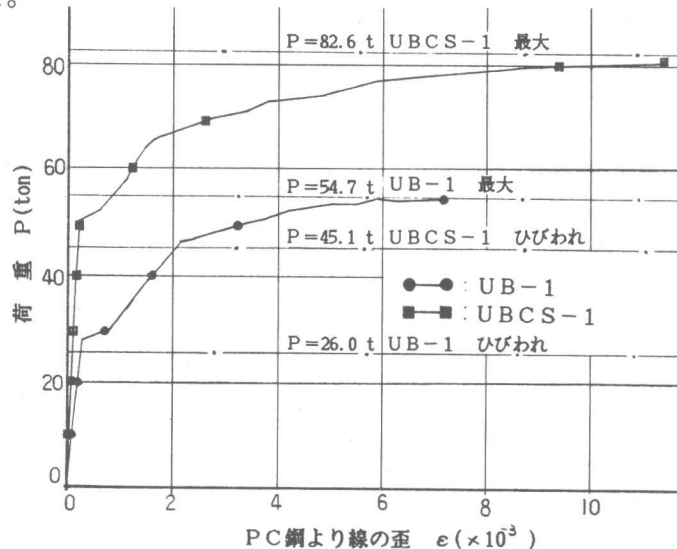


図7 P~ ϵ 関係

布を示しており、平面保持の法則が成り立っていることがわかる。また中立軸位置は上縁からほぼ40cmの位置にあって終局まであまり変化していない。このようにひびわれ発生後も歪度分布が安定しているのは、プレストレスが有効に働いているものと考えられる。また、この歪度分布図からみる限りでは現場打ちコンクリート床板との接合部における応力伝達もスムーズに行われていることがわかり、合成体として十分に扱える。

6. 4 歪度分布と有効幅

図9は、UBCS-1のスパン中央板部上面のコンクリート歪度を各荷重段階毎に重ねて示したものである。横軸は測点位置、縦軸は測定値をあらわす。この図より協力幅を求めるとどの荷重段階においてもほぼ一定値を示すことから、有効幅として全幅の79%を取り得ると考えられる。

7. 結び

今回の実験の結果より次のことがわかった。

1) 荷重～たわみ関係より、両試験体とも靱性のある曲げ性状を示しPC鋼より線の降伏後、上縁コンクリートの圧壊で終局に至った。

2) UB-1のひびわれ発生荷重は、施工荷重の約2倍、UBCS-1のひびわれ発生荷重は積載荷重の約2.3倍となり十分な余裕がある。また、ひびわれ発生荷重は、PRC指針に基づく計算式で推定できる。

3) UB-1及びUBCS-1の最大耐力は、それぞれ54.7, 82.6tと大きく、前者においては施工荷重の4.3倍、後者においては積載荷重の4.2倍となり十分な余力を持っている。

4) 歪度分布状況より平面保持の法則が成立しており、全断面有効と考えられる。また、UBCS-1については、現場打ちコンクリート床板もT梁の協力幅として有効に働くものと考えられる。

以上より、U形小梁単体及びU形合成小梁共ひびわれ発生荷重が、前者は施工荷重に、後者は積載荷重に対してそれぞれ2倍以上の余裕を保存しており、U形断面をしたPRC床板を支えるU形小梁として十分実用に供し得ることがわかった。

- 【文献】 1) 日本建築学会：プレストレスト鉄筋コンクリート（Ⅲ種PC）構造設計・施工指針・同解説（1986版）
2) 日本建築学会：プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説（1987版）

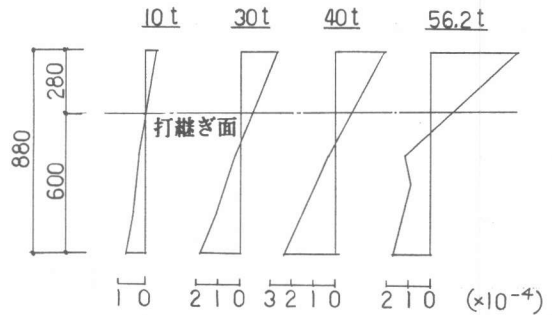


図8 スパン中央部側面の歪度分布（UBCS-1）

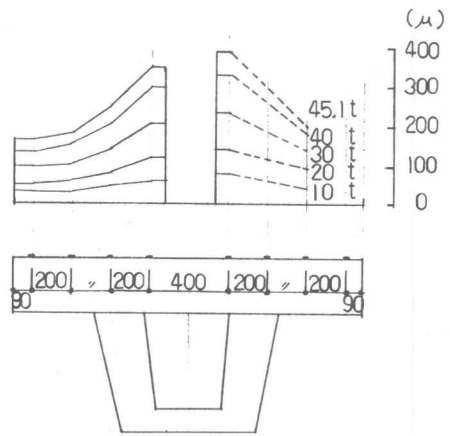


図9 スパン中央板部上面の歪度分布（UBCS-1）