

大阪大学工学部 正会員 前田幸雄
大阪大学工学部 正会員 松井繁之
(株)神戸製鋼所 正会員 堤 剛

1 まえがき

最近の土木分野でのプレキャスト化は著しく、道路橋床版は最もその方向に指向しているようである。従来のものは鉄筋コンクリート床版が大勢を占め、床版自体、小さなパネルで、かつ、四辺単純支持の非合成床版が多い。またプレハブ床版の最も弱点とする所は床版相互の継手および支持桁との結合方法であらう。

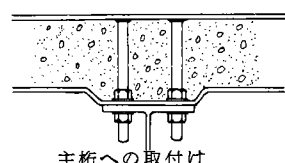
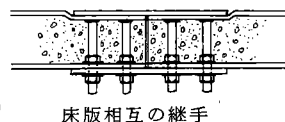


図-1 結合方法

今回、著者は橋床構造として耐久性があり、軽量かつ、継手構造を兼備したコンクリートサンドウィッチ鋼床版を考察した。本床版は、上下に薄鋼板を使用し、それを高カボルトで締結し、その中間部にコンクリートを充填するものである。上下の表鋼板により床版厚は非常に薄くなり、また連続床版とした時、正負両モーメントに対し同じ剛性が得られる。

連続用高カボルトは、図-1に示すように床版相互の継手、桁との連結に併用できる。更に、この高カボルトは、ジベルと

しても使用出来るものである。本床版を用いた合成桁では、高カボルトに作用する軸力は、フランジ間であり、床版内に何らの工夫なく所定の軸力が導入出来る。また床版自体、上下に鋼板を用いるため、負モーメントが作用しても断面剛性の低下度は少なく、連続合成桁に充分使用できるものである。

2 試験方法と供試体

本床版の挙動特性、耐荷力、高カボルトの合成効果および、合成桁の基本的挙動を研究するため、床版・押抜き・合成桁の3種類の載荷試験を行った。床版供試体は大別して3種類で、外型寸法のみ同じで、高カボルト、スタッドジベル間隔と位置が異なる。これらの差違による、鋼板とコンクリートとの間の合成効果に与える影響を調べる。このボルト等の位置、およびに載荷位置(線載荷とした)は、図-2に示す通りである(写真-2)。

押抜き試験供試体は、写真-1に示すようにH型钢をばさみ、片側4本計8本の高カボルトをとりつけたものである。数量は3体で、繰返静的載荷を行った。

合成桁の供試体は、図-3に示す供試体3体を製作

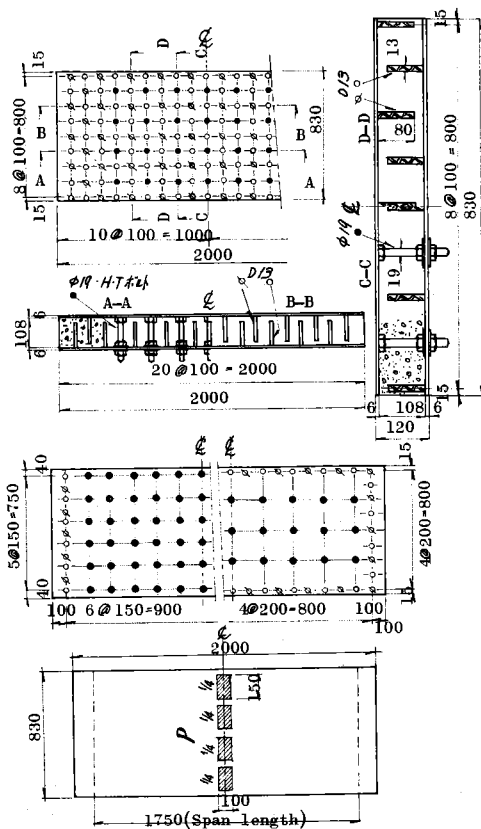


図 2 床版供試体と載荷位置

した。内2体については正モーメント(CB-1), 残り1体には負モーメント(CB-2)を与えた。載荷方法は、図-3に示す通りの二点載荷である(写真-3)。

使用鋼材はJIS 41, 高力ボルトはF11T(478²), F9T(478²)
使用コンクリートは早強コンクリートである。

高力ボルトの導入トルクは、F9Tには3700²g²cm, F11T
には7500²g²cm を与えた。

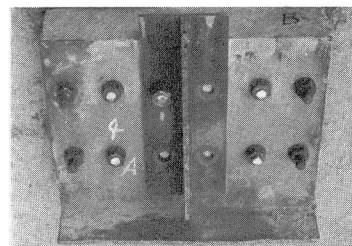


写真 1 押抜き試験結果

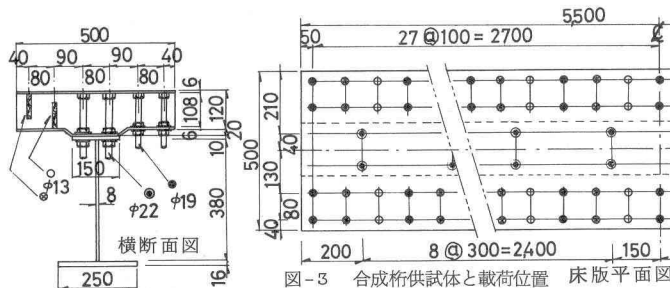
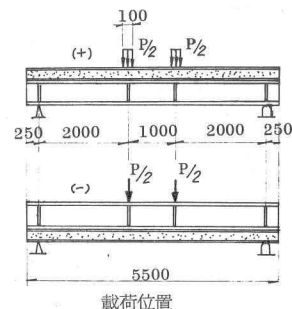


図-3 合成桁供試体と載荷位置 床版平面図



載荷位置

3 床版試験結果

図4~6に、荷重に対するタワミ、ズレ、歪の測定結果を示す。これらの試験結果より、次のことがらが認められた。

(1) 本床版は、残留変形が小さく、タワミの処女曲線は理論値より大きく傾く、しかし、タワミの履歴曲線の勾配は理論値とよく一致し、鋼・コンクリートの合成断面を保持している。これは歪の実験値が、ほぼ理論値と一致していることからとも言える。この残留変形の原因は、ジベルによるのササンドウィッチ構造を作ること、および、収縮の大きい早強コンクリートを使用したことにあると考えられる。しかし、実際の設計荷重下での残留変形量は小さく、問題がないと考えられる。

(2) タワミ・歪結果が理論値とよく一致しているのはB-3で、本供試体の高力ボルト・スタッドジベルの間隔が適切であらう。B-4では高力ボルトが多過ぎ、溶接の熱影響・ボルト孔の応力集中などが原因となり、歪量が大きくなった。また、

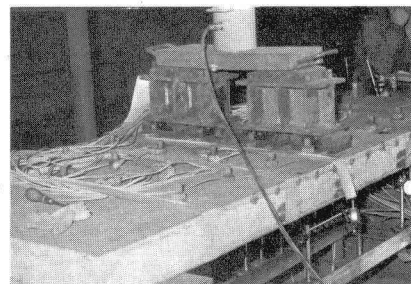


写真 2 床版の載荷状況

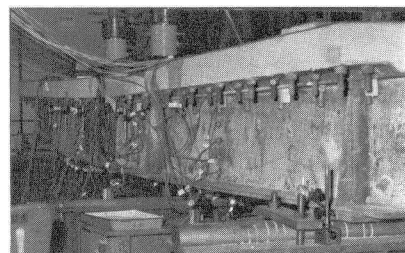


写真 3 合成桁の載荷状況

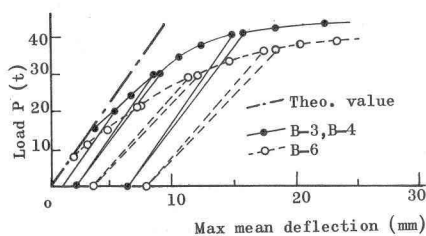


図 4 タワミ結果(床版)

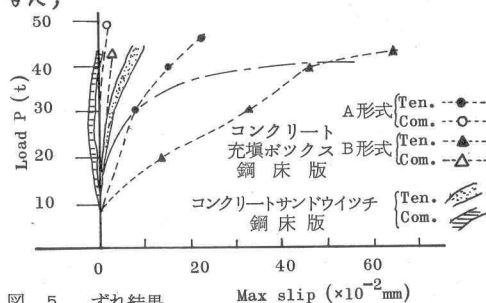


図 5 ズれ結果

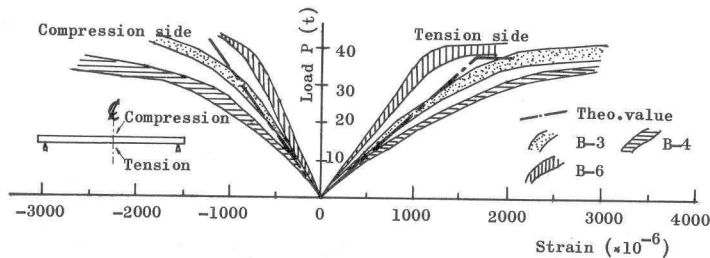


図 6 ひずみ結果(床版)

Table 1 Ultimate load

Specimen	P_{ex} (t)	P_{th} (t)	$\frac{P_{ex}}{P_{th}}$
B-3-1	62.5	47.6	1.31
B-3-2	54.0	46.4	1.16
B-4-1	54.5	46.3	1.18
B-4-2	55.5	46.2	1.20
B-6-1	50.0	46.6	1.07
B-6-2	54.0	46.6	1.16

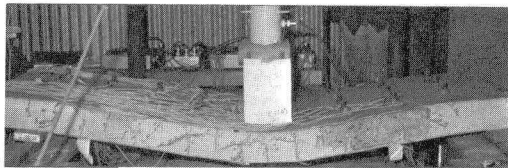


写真 4 曲げ崩壊

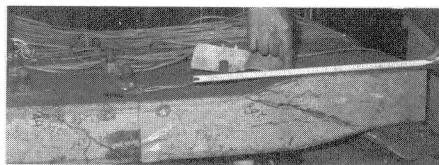


写真 5 セン断崩壊

B-6では、逆に少々の、鋼板とコンクリートとの間のせん断力が十分に伝達されず、計算通りの合成効果が得られなかった。その結果、タワミは大きく傾斜し、歪量は小さく対った。

(3) 負モーメントを与えても、正モーメントを与えた場合と、試験結果に大差が無く連続床版に使用できる。

(4) 破壊荷重は、表-1に示すごとく非常に大きく、理論値より約18%も上回った。正モーメントを与えた時は曲げ崩壊(写真-4)を、負モーメントを与えた供試体の支承部のコンクリート圧潰防止用ダイヤフラムが支承外に位置した結果、セン断補強されず、支承上のセン断崩壊(写真-5)を呈した。

4 押抜き試験結果

ボルト1本当りの荷重正モーメント5~6で主すべりを生じ(1mm)、主すべり後は再び弾性的なすれ性状を示した。15~16が最大荷重(高カボルトのセン断破壊-写真-1)であった。床版コンクリートには全く変状は認められなかった。高張力ボ

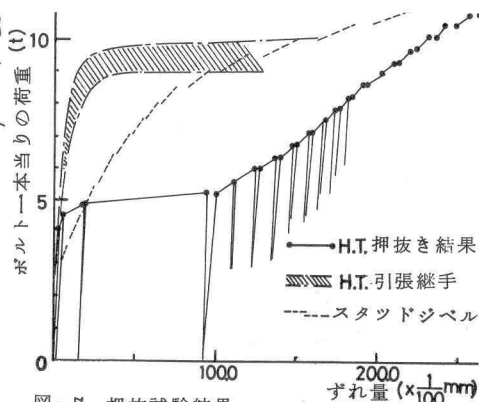


図-7 押抜き試験結果

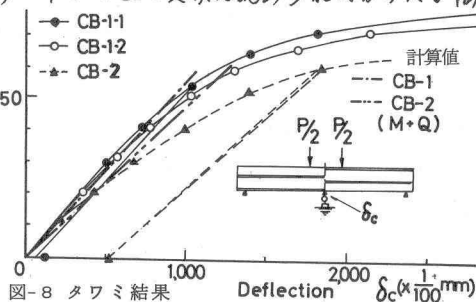
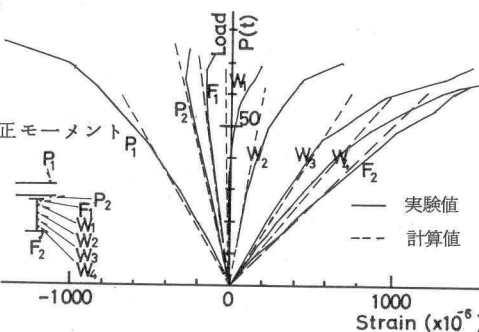


図-8 タワミ結果

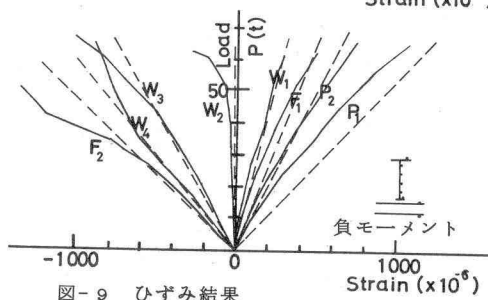


図-9 ひずみ結果

ルトを使用した様子に見られるような高い主ベリ荷重が認められたのは表面処理を全く施さなかったこと、軸力および作用せん断力のバランキ等が原因であると思われる。(図-7)

5 合成桁の試験結果

タリミ結果、歪結果および

破壊荷重は、図8~9および表-2に示す通りである。

正モーメントを受けた場合、下フランジ下面が降伏するまで理論値によく一致し、高カボルトは十分に合成材の役割を果たしていた。下フランジの降伏荷重の直後、桁に衝撃音を伴って、床版と鋼桁との間にずれが発生した。この時の主ベリ荷重は、表2に示すように押抜き結果よりすぐれ、ほぼ目的を果した結果と思われる。主ベリ後は、不完全合成桁となり、歪分布は重ね梁的に変化した。

最終耐荷力は、全塑性で計算したものの約10%も上回り、崩壊時には再び合成断面となっていたものと理解される。この時、床版の上表鋼板に座屈現象(風移)(写真-6)が見られた。

負モーメントを受けた場合も、所定の理論値によく一致し、合成桁としての耐力を示した。コンクリートを見捨てても、正モーメントに対する断面性能の低下は、約20%で、連続合成桁に充分使用される得るものと思われる。最大荷重は、鋼桁のウェブの座屈で来った(写真-7)。この座屈を防止できれば、最終耐荷力はより大きくなると思われる。

6 他型式との比較

以上の試験結果を評価する

ため、他型式の床版および合成桁との比較を行う。

(1) 床版については表-3に示すように4種類について行ったが、本床版が軽量で、かつ大きな耐荷力を有していることが理解できる。鋼重が他型式より大きくなる点では、簡単に連続床版を作り得ることと相殺されると考えられる。

(2) 合成桁については、床版厚さのみ変化した、他は同断

面のRC床版を有する合成桁と比較した。本合成桁の断面剛性は、床版の上下表鋼板によって非常に大きくなり、18cm厚のRC合成桁に比適する。逆に、死荷重は非常に小さく、実際の主桁間隔3~4mのもの想定すると、この死荷重の差はより顕著に現れる。最終耐荷力は床版厚20cmの合成桁には比適する。更に、負モーメントを負けても大きな耐荷力を有することは大きな特徴である。

継手構造についての研究、疲労による残留変形の累積、局部破壊状況等は今後の研究に期待したい。

Table 2 Ultimate load and Slip load

Specimen	Ultimate load		Slip load	
	P_{ex} (t)	P_{th} (t)	Load (t)	Shearing force (t/one bolt)
CB-1-1	102.0	95.0	64.0	9.8
CB-1-2	107.0	95.8	64.0	9.8
CB-2	76.5	75.0		

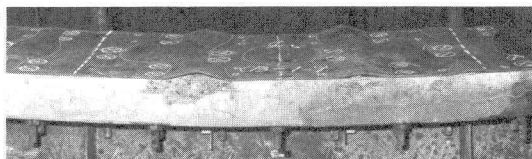


写真 6

上表鋼板の座屈

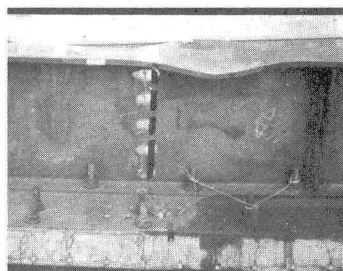


写真 7 鋼桁ウェブの座屈

Table 3 Comparison of ultimate load and weight

Deck or slab	Depth (cm)	Total weight (kg/m ²)	Steel weight (kg/m ²)	Ultimate load (t)
Proposed deck	12.0	365	110	46.3
Robinson deck	12.0	342	74	34.5
Open grating	15.0	107	107	25.0
Solid grating	12.4	351	60	17.0
RC-slab	16.0 ~30.0	416 ~745	40	13.5 ~41.0

Table 4 Comparison between test beam and composite beams with RC-slab

Specimen	Moment of inertia I_v (cm ⁴)	Ultimate load P_{ult} (t)	Weight per unit length W_d (kg/m)
CB-1	81800	95.4	249
RC-14*	69990	78.8	242
RC-16*	76910	84.0	267
RC-18*	84060	89.2	292
RC-20*	91480	94.0	317

* Designation; RC- Ordinary composite beam with RC-slab, Numeral - Depth of RC-slab.