

プレキャスト斜橋ボックスカルバートのPC 緊張力に関する検討

鶴見コンクリート (株) 正会員 ○丸山 貴吉
鶴見コンクリート (株) 正会員 福室 順也
東海大学 正会員 笠井 哲郎
東海大学 正会員 中野 友裕

1. はじめに

河川と橋梁が直角に交差が出来ない小規模橋梁の架け替えに用いられるボックスカルバートは、輸送条件や施工条件からカルバート本体を上下に分割して設置し、側壁に PC 鋼材やボルトによる緊張力を導入し、上下部材を接合する構造となっている。これに関し、道路土工カルバート工指針¹⁾では、本体断面にヒンジがなく、PC 鋼材による圧着接合等により、分割接合部に十分な剛性を与える構造とすることが明記されている。

しかし、平行四辺形のボックスカルバート(斜橋ボックスカルバート)では、側壁接合面に PC 緊張力を導入した場合、側壁の鈍角部と鋭角部に発生する応力の異なることが推測される。そこで本研究では、直方体および斜橋ボックスカルバートに関し、圧着接合面全体が圧縮力となる緊張力を3次元解析により算出し、傾斜角 α ・内空幅 B および PC 鋼材配置位置による相違について比較検討を行った。

2. 検討の対象とした斜橋ボックスカルバート

直方体および斜橋ボックスカルバートの概略図を、図-1 に示す。斜橋ボックスカルバートの形状は、傾斜角 α によって決定されるが、解析対象としたものは、直方体形状の場合の寸法を適用することにした。

内空幅は表-1 に示す B4000,B6000,B8000 の3ケースとし、PC 鋼材は、図-2 に示す側壁内側 1/4・中央・外側 1/4 の3ケースとしている。これらそれぞれに対し、 $\alpha=90,75,60^\circ$ の形状に関して文献¹⁾に従って自重・上部土圧・底版反力・側圧ならびに輪荷重を作用させ、圧着接合面全体が圧縮力となる最小の PC 緊張力を3次元解析により求めた。

3. 解析概要と解析結果

今回の解析の目的は、接合面全圧縮となる状態を求めるため、接触面位置に引張力が作用していなければ、接合面が全圧縮であると判断できると考え、PC を含めた通常の連続体解析を行うことで全断面圧縮となる緊張力を算定した。

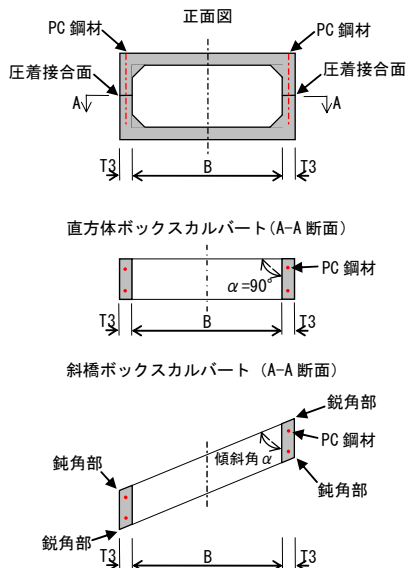


図-1 直方体および斜橋 PCa
ボックスカルバートの概略

表-1 PCa ボックスカルバート寸法 [mm]				活荷重載荷位置
	B4000	B6000	B8000	
内空幅 B	4000	6000	8000	
内空高 H	2500	2500	2500	
製品長 L	1000	1000	1000	
頂版厚 T1	300	450	500	
底版厚 T2	300	450	500	
側壁厚 T3	250	350	400	
ハンチ C	250	300	300	

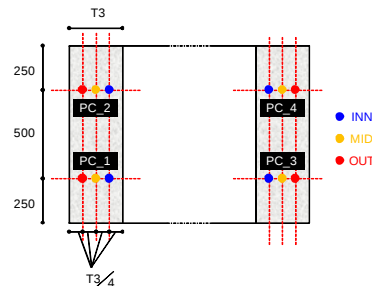


図-2 PC 鋼材配置図

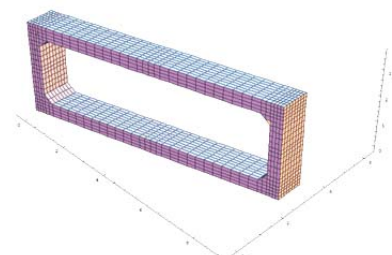


図-3 要素分割図 (B8000 : $\alpha=75^\circ$)

キーワード 斜橋ボックスカルバート, プレキャスト部材, PC 緊張力, 圧着接合

連絡先 〒230-0051 横浜市鶴見区鶴見中央 3-10-44 鶴見コンクリート TEL045-503-8005 E-mail : maruyama@tsuru-con.co.jp

表-3 B4000 解析結果

荷重作用時のPC鋼材の緊張力 [kN]								
α	90°		75°		60°		凡 例	
INN	-693	-692	-1084	-1086	-2552	-2559	PC_2	PC_4
	-693	-692	-1087	-1083	-2560	-2551	PC_1	PC_3
MID	-254	-254	-301	-301	-390	-390	注： 許容緊張力 569[kN]	
	-254	-254	-302	-301	-391	-389		
OUT	-156	-156	-175	-175	-211	-211		
	-156	-156	-175	-175	-211	-211		
コンクリート応力の最大・最小値 [MPa]								
α	90°		75°		60°		凡 例	
INN	11.01	11.40	16.94	17.35	39.03	39.58	左最大	右最大
	0.08	0.00	0.11	0.00	0.27	0.00	左最小	右最小
MID	4.36	4.75	5.08	5.49	6.30	6.85	注： 許容圧縮応力度 12[MPa]	
	0.08	0.00	0.11	0.00	0.28	0.00		
OUT	2.87	3.27	3.17	3.58	3.59	4.15		
	0.09	0.01	0.11	0.00	0.27	0.00		

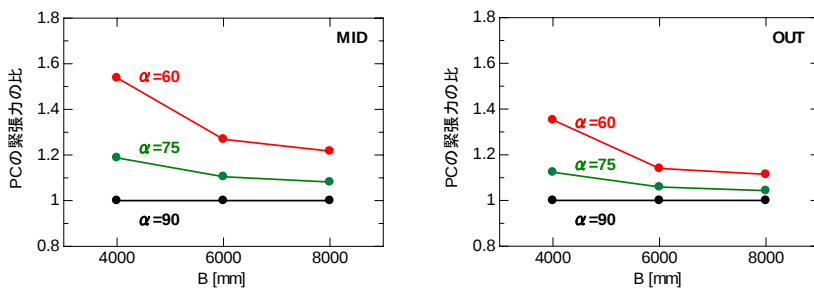
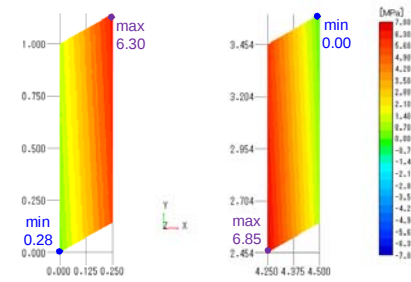
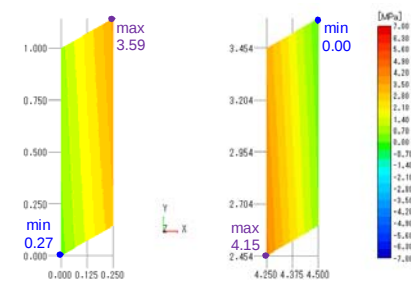


図-5 接合面全圧縮となるPC緊張力 ($\alpha=90^\circ$ の緊張力を基準とした比率)



a) PC 中央 (MID) : $\alpha=60^\circ$



b) PC 外側(OUT) : $\alpha=60^\circ$

図-4 左右接合面における応力分布
(全断面圧縮時 : B4000)

解析に用いた要素分割を、B8000 の $\alpha=75^\circ$ について図-3 に示す。鉄筋コンクリートには分散鉄筋モデルを考慮した 8 節点アイソパラメトリック要素、PC 鋼材は初期ひずみを考慮したトラス要素を用いて収束計算を行って緊張力を算出した。

表-3 に B4000 の各傾斜角および各 PC 鋼材位置において荷重作用時に接合面全圧縮となったときの PC 緊張力とそのときのコンクリートの最大・最小応力を示す。全体的に、

- a) PC 鋼材が外側にあるほど、緊張力が小さくて済む。
- b) 傾斜角が小さくなるにつれて、必要な緊張力は増大する
- c) コンクリートに生じる最大圧縮応力は、PC が外側になるほど小さくなる。また、傾斜角が小さくなると、最大圧縮応力は大きくなる。

という傾向が認められる。B4000 について、MID および OUT の場合のコンクリート応力分布を、 $\alpha=60^\circ$ について図-4 に示す。いずれの角度についても OUT の応力分布は MID よりも小さくなっていることが分かる。また、両側壁において最大・最小圧縮力が生じるのは、鋭角部となっている。

同様に、B6000、B8000 での荷重作用時に接合面全圧縮となるとき PC 緊張力とコンクリート最大・最小応力についても検討を行ったが、これらについても B4000 において見られた上記 a), b), c) と同じ傾向であった。

また、いずれの場合も INN の場合には全圧縮になるための緊張力が著しく大きくなっている。これは、緊張力が内側に作用すると、曲げの作用によって外側が開くため、側壁外側への軸圧縮の効果が打ち消されるためであると説明できる。

4. 接合面全圧縮とするのに必要な緊張力

上記の結果に基づき、斜橋ボックスカルバートの場合に必要な緊張力が、同じ内空幅の直方体ボックスカルバート ($\alpha=90^\circ$ に相当) での緊張力と比して何倍になるかを、図-5 に示す。MID の場合、B4000 で 60° では 1.53 倍、 75° では 1.19 倍であるが、内空幅が大きくなると倍率は低下し、B8000 では、 60° で 1.22 倍、 75° で 1.08 倍である。OUT の場合も同様の傾向であるが、 60° 、 75° とともに MID の場合より倍率の小さくなる傾向が認められた。

5. まとめ

上下分割 PCa ボックスカルバートでは、PC 鋼材を側壁外側に配置することが緊張力・コンクリート応力両面から有利であること、また、傾斜角を有する場合には、緊張力を割増することで対応することができることが示されたと考えられる。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路土工学カルバート工指針，平成 21 年度版，2010