

混合橋接合部に設けた孔明き鋼板ジベル(PBL)に対する 荷重分担率の簡易推定法

日本道路公団 正会員 望月 秀次 日本道路公団 正会員 安藤 博文
川田工業 (株) 正会員 ○ 岩田 幸三 川田工業 (株) 正会員 木本 輝幸
川田工業 (株) 正会員 宮地 真一

1. まえがき

混合橋接合部の設計を行う為には、ずれ止めの強度評価¹⁾に加え、ずれ止めの荷重分担率の設定が重要である。そこで、接合部におけるずれ止めの荷重分担率を簡易的に推定できる手法があれば、詳細なFEM解析を行わずとも、接合構造の大まかな把握が可能となり、混合橋の初期検討や概略設計において有用と思われる。

このような観点から、ここでは孔明き鋼板ジベル(PBL)を用いた混合橋接合部の構造を単純なバネモデルに置換し、その中で設定したバネ剛性を適切に評価した簡易式によって、ずれ止めの荷重分担率を推定する手法について提案する。また、提案した推定式の精度を検討すべく、FEM解析と比較した結果についても報告する。

2. 推定式の提案

図-1に簡単な接合部構造のバネモデルを示す。図-1において、 K_p はPBL、 K_s は鋼殻、 K_c は充填コンクリート、 K_b は後面支圧板のバネ剛性であり、それぞれ次の式で与えるものとする。

$$K_p = k_p \times n \quad \text{----- (1)}$$

$$K_s = E_s \times A_s / (L/2) \quad \text{----- (2)}$$

$$K_c = E_c \times A_c / (L/2) \quad \text{----- (3)}$$

$$K_b = P/w \quad \text{----- (4)}$$

式(1)の k_p はPBL孔1個あたりのバネ定数、 n は鋼殻セル内部のPBLの孔数である。式(2)、(3)では、鋼断面とコンクリート断面のそれぞれに対し、弾性係数を E_s と E_c 、断面積を A_s と A_c で表す。ここに、 L は鋼殻セルの橋軸方向長さである。式(4)中の w は、図-2に示す荷重 P (等分布換算)に対する4辺単純支持板(補強リブ無し)及び、1辺固定3辺単純支持板(補強リブ有り)の最大たわみ²⁾である。

なお、圧縮側接合部では図-3に示す様に、後面支圧板の周縁でほと

んどの荷重伝達がなされると考え、式(4)で表す後面支圧板のバネ剛性を無視する設定とした。

図-1のバネモデルを基本とし、式(1)～(4)で表したバネ剛性を用いる事で、PBLの荷重分担率 R が次のように表される。

$$R = K_{ps} / (K_{ps} + K_{cb}) \quad \text{----- (5)}$$

$$\text{ここに、} K_{ps} = K_p \times K_s / (K_p + K_s) \quad \text{----- (6)}$$

$$K_{cb}(\text{引張側}) = K_c \times K_b / (K_c + K_b)、K_{cb}(\text{圧縮側}) = K_c \quad \text{----- (7)}$$

3. FEM解析との比較

式(5)で推定したPBLの荷重分担率とFEM解析結果を比較した。FEM解析には図-3に示すようなモデルを用いた。この解析モデルでは、鋼殻セル内部の付着・摩擦の影響は無視し、全検討ケースについてコ

キーワード：混合橋、接合部、孔明き鋼板ジベル、鋼殻セル、荷重分担率

連絡先：〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-19 TEL 06-6532-4891 FAX 06-6532-4890

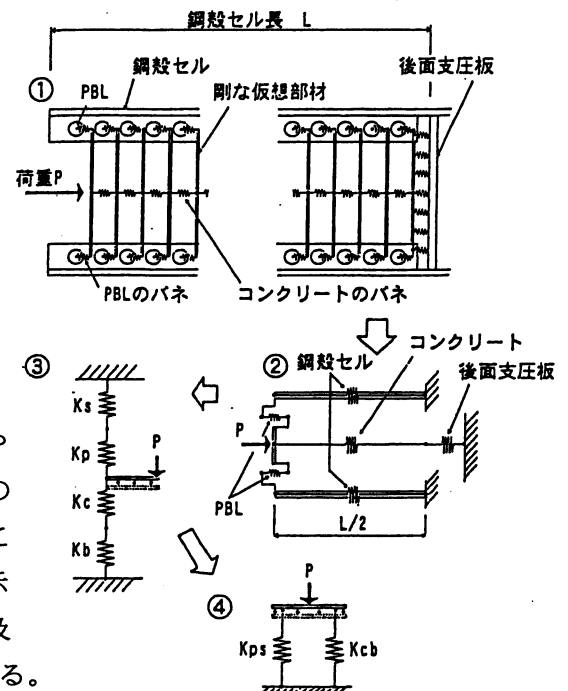


図-1 接合部のバネモデル

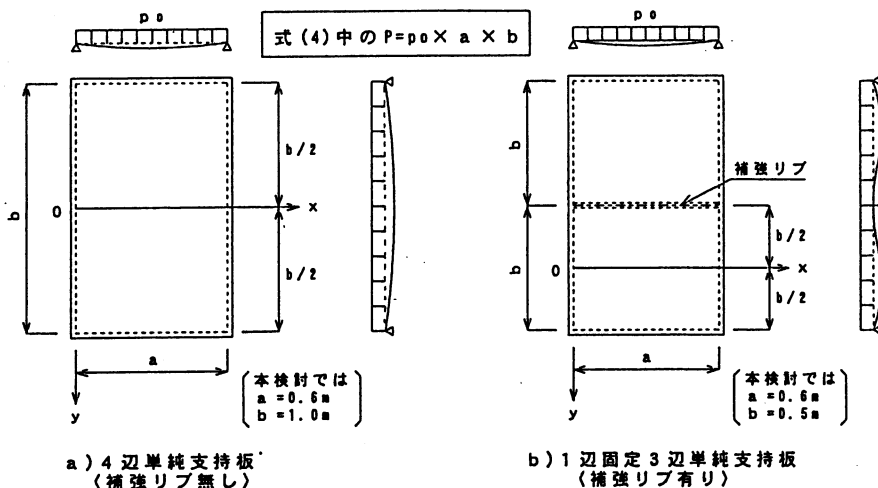


図-2 引張接合部後面支圧板におけるたわみ形状
(分担率推定計算上の仮定)

コンクリートの弾性係数を $E_c = 2.89 \times 10^7 \text{kN/m}^2$ 、ポアソン比を $\nu = 0.17$ に統一した。なお、本検討では、鋼殻セルの断面寸法として高さ0.6m、幅1.0m、セルの板厚が25mm、PBLの孔1個当りのバネ剛性として196000kN/mと仮定している。

荷重分担の推定結果とFEM解析との比較結果を表-1に示すが、引張側に着目すれば、推定値を解析結果は良く一致している。また、圧縮側の推定値は、支圧板の板曲げ剛性を極端に大きくした場合のFEM解析結果とほぼ対応しており、ここで設定した後面支圧板部の荷重伝達の考え方に矛盾がないといえる。

表-1 分担率推定計算とFEM解析結果の比較

	セル長 (m)	PBL孔数 (個)	後面支圧板 板厚(mm)	PBL荷重分担率(%)		推定計算上のバネ剛性					
				FEM解析	推定値	KB	KC	KS	KP	KPS	KCB
引張側	1.0	9	22	94.7	98.2	10960	3540000	3465000	720000	596129	10926
			44	81.2	87.4	87677	3540000	3465000	720000	596129	85558
			66	65.4	68.6	295909	3540000	3465000	720000	596129	273082
			44(リブ有)	55.9	※ 59.8	449322	3540000	3465000	720000	596129	398714
	1.5	14	44	86.3	89.9	87677	2360000	2310000	1120000	754286	84536
	2.0	19	22	97.0	98.7	10960	1770000	1732500	1520000	809654	10892
			44	88.9	90.6	87677	1770000	1732500	1520000	809654	83539
			66	78.5	76.2	295909	1770000	1732500	1520000	809654	253525
圧縮側	1.0	9	22	22.2	14.4						
			44	20.3							
			100	17.2							
			1000	11.8							
			10000	11.7			3540000	3465000	720000	596129	3540000
	1.5	14	22	33.7	24.2						
			1000	21.7			2360000	2310000	1120000	754286	2360000
			22	42.2							
	2.0	19	1000	30.2	31.4		1770000	1732500	1520000	809654	1770000

※ 新川橋のリブ補強を考慮、リブ位置を固定端とした場合の値。(1辺固定(リブ位置)、3辺単純支持板として算定)
 上記(※印のケース)以外は、リブ無しの検討結果を表す。

4. まとめ

以上の結果から、本検討で提案した推定式は、引張側接合部については実用上十分と思える精度で、また、圧縮側については若干小さめの値として、PBLの荷重分担率を簡易に算定できるものと思われる。なお、圧縮側接合部に対する推定式の精度を高めるには、図-4に示す様に、後面支圧板周縁部に荷重伝達が集中する場合の後面支圧板の剛性を考慮する必要がある、今後の検討課題としたい。

<参考文献>

- 1) 望月 秀次, 安藤 博文, 宮地 真一 他: 孔明き鋼板ジベルを用いた混合桁接合部の性的力学特性に関する実験的検討, 土木学会構造工学論文集 Vol. 46A 2000年3月。
- 2) 構造力学公式集(土木学会) 1988年3月。

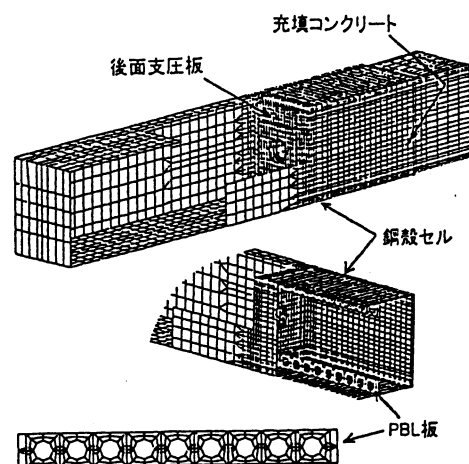
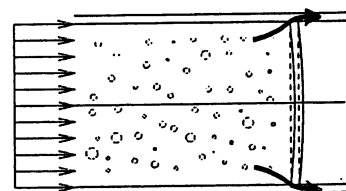


図-3 FEM解析モデル



後面支圧板の周縁でほとんどの荷重伝達
 がなされると仮定
 (後面支圧板の板曲げ剛性は無視)

図-4 圧縮側接合部での荷重伝達
(分担率推定計算上の仮定)