

V-383 幅広コーベルの耐荷力に関する実験的研究

中部大学工学部 正会員 平澤征夫

1. まえがき

本研究は、幅広コーベルの力学的挙動と耐荷力を実験的に明らかにする目的で模型実験を行い、その結果をFEM解析結果と比較するとともに、そのせん断耐力と有効幅に対する検討を行ったものである。対象とする構造物は、橋脚の張出部に支承が配置される構造であるが、片持梁としての梁幅が広く、支承位置までの張出し長さに較べて部材が厚いことにより幅広コーベルとしての挙動が考えられた。

そこで、本研究は、(1)弾性域内でのFEM解析結果と実験値との比較、(2)終局限界状態における設計せん断耐力の検証、(3)幅広コーベルの有効幅に対する考察などに着目した検討を行って、今後の設計の参考に資することを目的として行ったものである。

2. 実験概要

供試体-実物の1/6スケールモデルとし、全部で4体作製し、そのうち1体(コーベル3)のみスターラップ有りとした。コンクリートは高炉B種(210-8-20)とした。図1, 2にモデルの形状・寸法、配筋および荷重位置、ひずみ計測位置などを示す。荷重荷重は設計荷重相当(25.3tf=実際の設計荷重の1/36)までは2.5tf毎に、それ以上は5.0tf毎の刻みとし、計測は設計荷重時、ひびわれ時と鉄筋降伏時、および最大耐力時を重視して行った。荷重方法はコーベル4のみ偏心荷重とし、コーベル1~3は対称荷重とした。

2. 実験結果と考察

表1~3に供試体を使用したコンクリートと鉄筋の強度および弾性係数さらにコーベルの実験結果を示す。

(1) 設計荷重25.3tfにおけるコンクリートと鉄筋の応力の分布に対する実測値とFEM解析結果の比較

図3および図4にそれぞれコーベル2, 3のコンクリート応力分布と鉄筋応力分布をFEMの結果と比較して示す。これらの図より、まず、コンクリート応力分布の解析結果は中央部が大きく両端で小さい山形の分布であるのに対し、実験結果は全体的にばらつきが大きく、その分布形状は台形に近い。そして、両端部ではほぼ近い分布を示した。解析値が中央部分で大きいのは荷重版での荷重分布を変化させて解析したためである。

(2) せん断耐力に対する検討

a) 表4(a)に示したように、土木学会標準示方書に与えられたコーベルの設計せん断耐力の計算方法で、有効幅を荷重版中央点から45°に分布すると考えた幅を仮定して得られた設計せん断耐力は十分安全側の値となることがわかった。

b) 表4(b)に示したように、トラス理論によって、前断面幅を有効(使用主鉄筋13本すべて有効)と考えて求めた降伏耐力(鉄筋の降伏点応力度を使用)、および最大耐力(鉄筋の最大耐力点使用)の計算値は実験値とほぼ等しい値となった。すなわち、コーベル3, 4の最大耐力以外の実験値は、すべてトラス理論による降伏耐力および最大耐力の計算値を上回っており、全体的に安全側であるといえる。

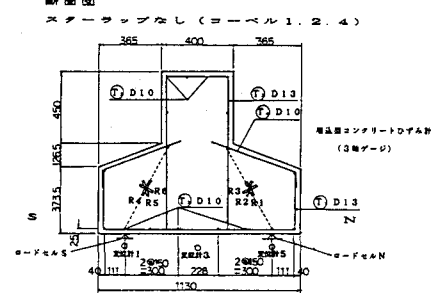
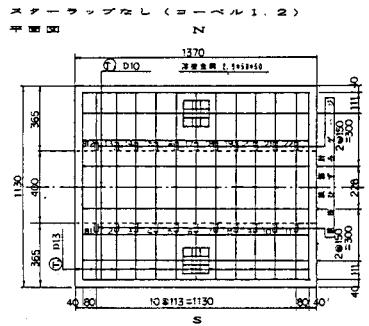


図1 形状・寸法および配筋

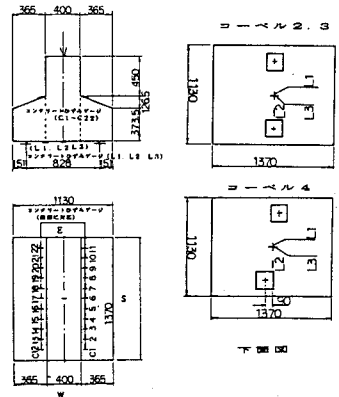


図2 ひずみ計測位置・荷重位置

(3) 有効幅に関する検討

幅広コーベルの場合、支承の大きさがあるのでその、有効幅の取り方に図5のように2通りの方法が考えられる。

表5に土木学会示方書によるV_{dd}の算定式に実験値を代入して逆算し、有効幅を検討した結果を示す。ここでは、図5の2通りの有効幅の取り方および3種類のコンクリート強度の取り方についても検討した。

表中()内は分布幅に対する角度を示す。この結果、a、b 2通りの考え方による有効幅の取り方の影響は実際には小さく、コンクリート強度の仮定による影響が大きかったことがわかった。また、この有効幅に対する角度は、少なくとも60°以上はあるものと考えられる。表5には、外国文献¹⁾より、b d f_o / V_uに対する4提案式により逆算した有効幅b_eを示したが、破壊後の供試体より実測した有効幅と比較的よく合うのは土木学会ではb_{e2}、またはb_{e3}であり、外国では、b_{e5}のNiedenhoffの提案式であることがわかった。

3. まとめ

幅広コーベルの設計せん断耐力は、コンクリート強度にf_odを用い、有効幅を支承中央点から両側に45°の角度で分布すると仮定した幅で計算すれば、十分安全側の値が得られることが明かとなった。

本研究にご協力いただいた中部大学土木工学科卒業研究生、藤村信雄、森下佳記、渡辺仁啓、村上雅之の諸君、および愛知県津島土木事務所の方々に厚く御礼申し上げます。

表4 せん断耐力に対する検討

コーベル No.	(a) 土木学会示方書による設計せん断耐力の比較			(b) トラス理論による降伏耐力および最大耐力の比較		
	V _{dd}	P _{gt} /V _{dd}	P _{ut} /V _{dd}	P _{gt} /P _v	P _{ut} /P _v	P _{ut} /P _v
1	73	2.12	2.67	1.18	1.05	
2	69	2.68	2.74	1.41	1.02	
3	63	2.46	2.90	1.18	0.98	
4	63	2.38	2.50	1.18	0.85	

設計せん断耐力: V_{dd}(tf) 降伏耐力計算値: P_v=131tf
 最大耐力計算値: P_v=186tf

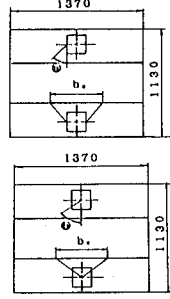


図5 有効幅の取り方

表5 コーベルの有効幅に対する検討

コーベル No.	有効幅の実測値(cm)		土木学会示方書より逆算した有効幅(cm)			外国の提案式 ¹⁾ より逆算した有効幅(cm)			
	N	S	b _{e1}	b _{e2}	b _{e3}	b _{e4}	b _{e5}	b _{e6}	b _{e7}
1	116	126	88 (64)	106 (68)	112 (69)	91	109	83	73
2	-	119	92 (65)	112 (69)	112 (69)	98	118	89	79
3	114	133	96 (66)	112 (69)	124 (71)	112	135	102	90
4	-	-	88 (64)	96 (66)	106 (68)	97	117	89	78

b_{e1}: 土木学会示方書によりV_{dd}の算定式を用いてf_o/r_sのかわりにf_oを用いて求めたV_uに実験式を入れて逆算した有効幅
 b_{e2}: f_o' = f_o/r_sを用いた場合のb_e
 b_{e3}: 0.85 * f_o'を用いた場合のb_e

b_{e4}: Wommelsdorff
 b_{e5}: Niedenhoff
 b_{e6}: Mehmel & Becker
 b_{e7}: Steinle

参考文献

1) ACI Structural Journal Sept.-Oct., 1987

表1 コンクリート強度および弾性係数

	圧縮強度 kg/cm ²	引張強度 kg/cm ²	曲げ強度 kg/cm ²	弾性係数 *10 ⁶ kg/cm ²
コーベル1	23.7	-	-	2.70
コーベル2	21.3	20.1	38.5	2.47
コーベル3	18.0	12.6	32.4	2.21
コーベル4	17.9	16.3	27.6	2.17

表2 鉄筋の強度および弾性係数

鉄筋の呼び名	弾性係数 *10 ⁴ kg/cm ²	降伏点強度 kg/cm ²	降伏点歪み *10 ⁻³	伸び %
D13	1.91	3618	1900	2.4
D10	1.72	3998	2330	2.5

表3 実験値

	圧縮強度f _c kg/cm ²	ひび割れ荷重 tf	鉄筋降伏荷重 tf	最大荷重 tf
コーベル1	23.7	10.0	15.5	19.5
コーベル2	21.3	7.5	18.5	18.9
コーベル3	18.0	4.5	15.5	18.3
コーベル4	17.9	4.5	15.0	15.7

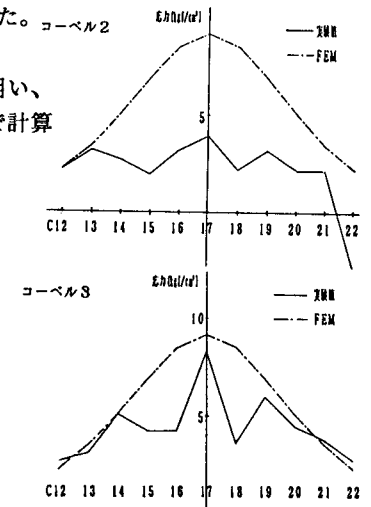


図3 各点のコンクリート応力(25.3tf)時とFEMとの比較

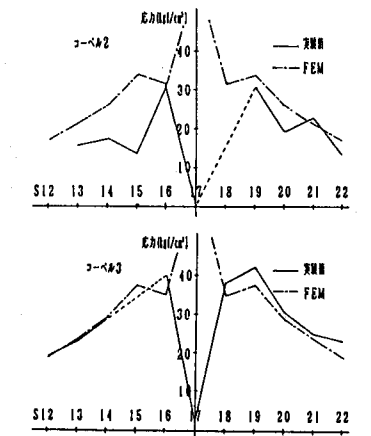


図4 各点の鉄筋応力(25.3tf)時とFEMとの比較