

V - 367

FRPを使用したアンボンドPCはり部材および外ケーブル式PCはり部材の曲げ耐力式の検討

埼玉大学大学院 学生会員 山口統央

埼玉大学工学部 正会員 陸好宏史

ハザマ技術研究所 正会員 谷口裕史

埼玉大学大学院 学生会員 土田一輝

1. はじめに

FRPの特性を有効に利用できる構造形式の一つとして、外ケーブル方式及びアンボンドのプレストレストコンクリート（PC）はりが挙げられる。しかし、コンクリートと緊張材の間に付着がないため、部材断面に平面保持の仮定が適用できず、曲げ終局耐力の算定が困難である。そこで、これまでに提案されている鋼材を緊張材に用いたアンボンドPC部材の耐力算定式を用い、FRP（CFRP等）を緊張材に使用したアンボンドPC部材の曲げ耐力評価について検討した。

2. 検討手順

検討する算定式として、Naaman式[1]、Pannel式[2]、Harajli式[3]、およびMattock式[4]の4式を選定し、さらにケーブルの伸びとケーブル位置のコンクリートの変形量が部材全長に渡って等しいという変形の適合条件を用いた精算法について検討することにした[5]。また、解析データとして鋼材を使用したアンボンドPCはり30体、外ケーブル式PCはり16体、FRPを使用したアンボンドPCはり13体、外ケーブル式PCはり8体を用いた。評価項目として、計算値を実験値で除した耐力比の平均、相関係数、変動係数を用いた。

3. 鋼材を使用した外ケーブル式PCはりの曲げ耐力に関する検討

外ケーブル式PCはりの終局曲げモーメントの実験値と計算値の比較を表-1に示す。サドルの有無で耐力比が大きく異なり、中間支持点が曲げ終局モーメントに及ぼす影響が大きいことを示している。Naaman式では、サドルがある場合アンボンドPCはりに適応した場合と同様に優れた相関を示した。他の算定式においては、アンボンドPCはりに適用した場合と比べばらつきが大きくなる傾向を示している。

4. FRPを使用したアンボンドPCはりの曲げ耐力に関する検討

FRPを使用したアンボンドPCはりの曲げ終局モーメントの実験値と計算値との比較を表-2と図-1に示す。鋼材を使用したアンボンドPCはりで精度の良かったNaaman式では、計算値が実験値を上回るものもありばらつきが大きかった。また、補強筋比が0.014を超えると実験値と計算値は一致しなくなった。これは、補強筋が受け持つ

引張力が緊張材に対して、過大となるためであると考えられる。他の算定式では全体的に変動係数が大きくなるが鋼材を用いた場合とほぼ同様な傾向を示している。

5. FRPを使用した外ケーブル式PCはりの曲げ耐力に関する検討

FRPを使用した外ケーブル式PCはりの曲げ終局モーメントの実験値と計算値との比較を

表-2と図-2に示す。Harajli式でAFRPを用いたものを除いたものは、耐力比平均が1.07、変動係数が5.64%となり精度良く耐力を推定していた。Naaman式は、他の提案式と異なり実験値よりも計算値が大きくなる傾向を示した。一方、精算法

表-1 鋼材を用いた曲げ耐力の実験値と計算値の比較

		Harajli	Pannel	Naaman	Mattock
アンボンド 30体	耐力比平均	1.17	1.10	1.10	1.19
	変動係数(%)	9.93	9.08	9.05	10.77
外ケーブル7体 サドル有り	耐力比平均	1.19	1.12	1.07	1.31
	変動係数(%)	12.40	11.02	9.93	12.54
外ケーブル9体 サドル無し	耐力比平均	1.50	1.43	1.40	1.52
	変動係数(%)	21.58	23.34	25.72	20.48

耐力比：実験値／計算値

表-2 新素材を用いた曲げ耐力の実験値と計算値の比較

		Harajli	Pannel	Naaman	Mattock	精算法
アンボンド 13体	耐力比平均	1.18	1.20	1.16	1.21	1.07
	変動係数(%)	16.25	16.34	18.50	14.21	14.96
外ケーブル 8体	耐力比平均	1.01	1.18	0.89	1.25	1.03
	変動係数(%)	12.33	9.62	11.40	14.46	11.71

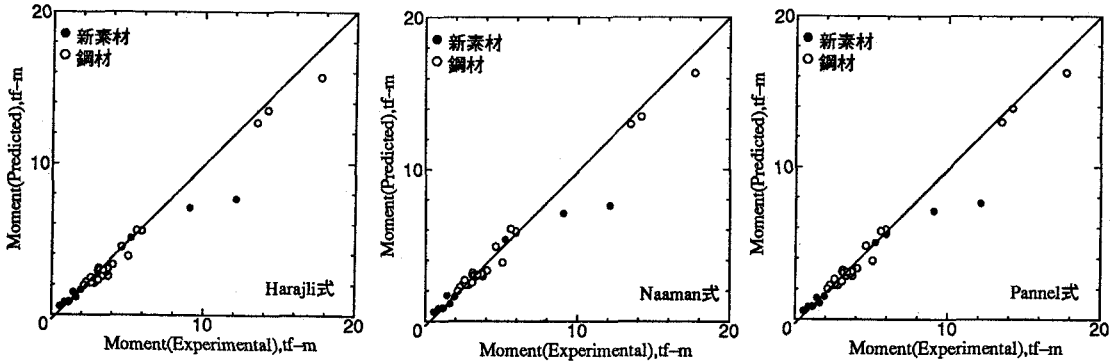


図-1 FRPを用いたアンボンドPCはりの曲げ耐力の実験値と計算値の比較

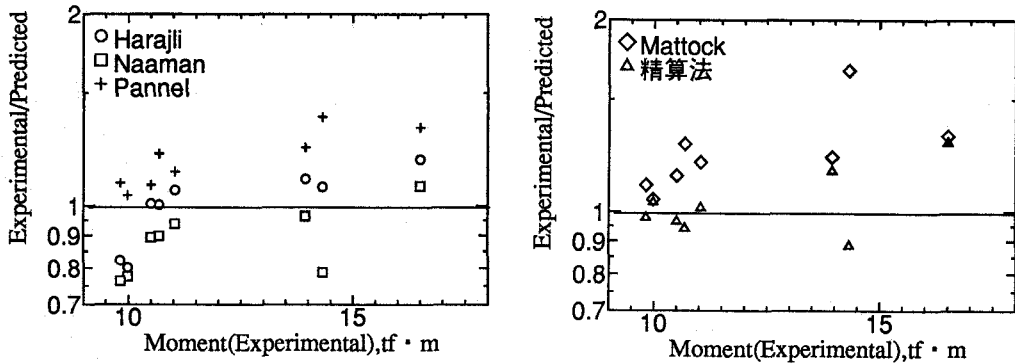


図-2 FRPを用いた外ケーブル式PCはりの曲げ耐力の実験値と計算値の比較

により得られた曲げ耐力の場合、計算値が実験値をやや上回るものの他の算定式と比べ精度の良いことが分かる。

6. まとめ

本解析から以下のことが言える。

- (1) 外ケーブル式PCはりに各算定式を用いた場合、サドルの有無に推定値が大きく影響され、中間支持点がある場合には、アンボンドPCはりと同様に耐力推定ができる。
- (2) FRPを使用したアンボンドPCはりにNaaman式を除いた提案式を用いた場合、鋼材の場合と同様に耐力推定ができるが補強筋比、弾性係数などの検討が必要である。
- (3) FRPを使用した外ケーブル式PCはり、Harajli式を用いることで耐力推定ができる。しかし、AFRPを使用した場合には精度の良い耐力推定は得られず、今後検討が必要である。

【参考文献】

- [1] Antoine E. Naaman and Fadi M. Alkhalil, "Stress at Ultimate in Unbonded Post-Tensioning Tendons-Part 2: Proposed Methodology", ACI Structural Journal, Vol. 88, No. 6, Nov-Dec. 1991, pp. 683-692
- [2] Tam, A., and Pannel, F. N., "Ultimate Moment of Resistance of Unbonded Partially Prestressed Reinforced Concrete Beams", Magazine of Concrete Research (Wexham Springs), V. 28, No. 97, 1976, pp. 203-208
- [3] M. H. Haraji and M. Y. Kanj, "Ultimate Flexural Strength of Concrete Members Prestressed with Unbonded Tendons", ACI Structural Journal, Nov. 1991, pp. 663-673
- [4] Mattock, Alan H.; Yamazaki, Jun; and Kattula, Basil T., "Comparative Study of Prestressed Concrete Beams, with and without Bond", ACI Journal, Proceedings V. 68, No. 2, Feb. 1971, pp. 116-125
- [5] 睦好宏史、町田篤彦：FRPを外ケーブルに用いたPCはりの力学的性状および曲げ耐力、土木学会論文集、N 0. 422/V-16、pp. 153~159, 1992. 2