

AAM を用いたアンボンド PC 梁の長期曲げ性状に関する実験的研究 その2:たわみおよびひび割れ性状

Experimental Study on the Long-Term Flexural Behavior of Unbonded PC Beams Using AAM

○橋本倭里¹, 齊藤亮太², 福井剛³, 柴山淳⁴

*Inori Hashimoto¹, Ryota Saito², Tsuyoshi Fukui³, Atsushi Shibayama⁴

The long-term deflection of AAM-PC beams was larger than that of OPC-PC beams; however, the increase in deflection and its rate were small. Furthermore, the applicability of existing calculation methods developed for OPC members was examined with respect to the initial stiffness, flexural crack strength, crack width, and crack spacing of AAM-PC beams. The results clarified that these methods provide calculation accuracy comparable to that for OPC members.

1. はじめに

本報ではその 1 で示した実験から得られた結果より長期ひび割れ性状を含む長期曲げ特性を示す。

2. 実験結果

2.1. 曲げモーメント-たわみ関係

PC 梁試験体の曲げモーメントとたわみの関係を図 1 に示す。図中○印は長期載荷開始時を示している。A-F 試験体、O-F 試験体ともに長期載荷開始以降は曲げモーメントが一定に近い条件下でたわみが増加している。

図 1 より、A-F 試験体の剛性は O-F 試験体より小さく、長期載荷開始までのたわみは一貫して A-F 試験体の方が大きい。これは、AAM のヤング係数が OPC より小さいことが一因である。

長期載荷開始時のたわみは、A-F 試験体が 2.53mm であるのに対して、O-F 試験体は 1.63mm であった。O-F 試験体に対する A-F 試験体の長期載荷開始時のたわみは、1.55 倍である。

2.2. 初期剛性

表 1 に示すように、A-F 試験体の初期剛性は O-F 試験体より 2 割程度小さい。同表には PC 技術基準解説書¹⁾に倣い算出した PC 梁の初期剛性を示した。

実験値を計算値で除した値は A-F 試験体が 1.09、O-F 試験体は 1.13 であり、コンクリートの種類に関わらず概ね精度よく評価している。

2.3. 曲げひび割れ強度

曲げひび割れ発生モーメントの実験値および計算値を表 1 に示す。実験値は、曲げモーメント-たわみ関

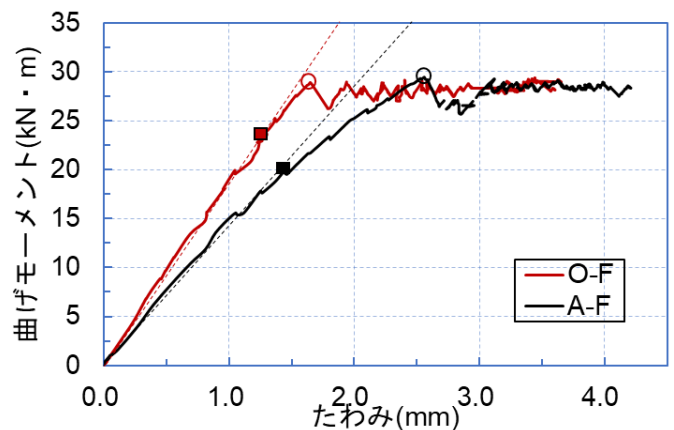


図 1 曲げモーメント-たわみ

係において剛性が変化した点を採用した。計算値は、技術基準解説書により算出した。

A-F 試験体の曲げひび割れ発生モーメントの実験値と計算値の比は 1.19、O-F 試験体の比は 1.04 である。おおむね精度良く評価している。A-F 試験体の実験値と計算値の比率が O-F 試験体より大きかったのは、AAM の圧縮強度に対する引張強度の比が OPC より大きいこと²⁾が一因と考えられる。

2.4. たわみ-時間関係

たわみと経過日数の関係、およびたわみ増大率と経過日数の関係を図 2 に示す。ここで、たわみの増大率とは長期載荷開始時に対する経過時点におけるたわみの比率である。

図 2 に示すように、A-F、O-F 両試験体のたわみは時間の経過とともに増加し 150 日経過頃から収束傾向を示した。A-F 試験体の載荷完了時のたわみは 2.53mm、280 日経過時のたわみは 4.02mm であった。一方、O-F 試験体の載荷完了時のたわみは 1.63mm、280 日経過時のたわみは 3.69mm であった。

さらに、図 2 から明らかなように、たわみの絶対量は一貫して A-F 試験体の方が O-F 試験体よりも大きい。しかし、長期載荷開始時から 280 日経過時のたわみの

表 1 曲げひび割れ強度の評価

試験体	初期剛性(kN/mm)			曲げひび割れ発生モーメント (kNm)		
	exp.	cal.	exp./cal.	exp.	cal.	exp./cal.
A-F	19.6	17.9	1.09	15.4	13.0	1.19
O-F	23.4	20.7	1.13	13.3	12.9	1.04

1: 日大理工・学部・海建、2: 日大理工・学部・海建、3: 日大理工・教員・海建、4: 岐阜大

増加量は、O-F 試験体が 2.06mm であるのに対して、A-F 試験体では 1.49mm と小さかった。

また、図 2 より、たわみ増大率はたわみとは逆に常に O-F 試験体の方が A-F 試験体よりも大きいことがわかる。すなわち、A-F 試験体は O-F 試験体より経過日数にともなうたわみの増大率が小さかった。これは、A-F 試験体は、O-F 試験体よりも長期載荷開始時のたわみが大きいことや、蒸気養生を行ったことが要因として考えられる。

3. ひび割れ性状

図 3 に経過日数 280 日時点での A-F 試験体および O-F 試験体のひび割れ発生状況を示す。同図の赤線がひび割れ、ひび割れ上部の数字が引張鉄筋位置におけるひび割れ幅を表している。また、ひび割れ下部の数字はひび割れが発生した順番である。鉄筋位置まで到達したひび割れの本数は A-F 試験体が 6 本、O-F 試験体が 5 本であり、その差は 1 本であった。なお、A-F 試験体のひび割れ No.6 は、ひび割れ長さが引張鉄筋位置まで伸びていないため、後述する平均ひび割れ幅および平均ひび割れ間隔の算定から除外した。

まず、平均ひび割れ幅は、A-F 試験体の試験体下縁で 0.053mm、引張鉄筋位置で 0.032mm である。O-F 試験体の平均ひび割れ幅は、試験体下縁で 0.054mm、引張鉄筋位置で 0.034mm である。引張鉄筋位置での最大ひび割れ幅は A-F、O-F 試験体ともに 0.04mm である。このことから、両試験体の下縁および引張鉄筋位置の平均ひび割れ幅はおおむね同等である。

次に、平均ひび割れ間隔は、A-F 試験体が引張鉄筋位置で 176.2mm であり、O-F 試験体は、203.1mm であ

る。また、引張鉄筋位置での最大ひび割れ間隔は A-F 試験体が 228.2mm、O-F 試験体が 260.9mm でありおおむね同等であった。以上のように、本研究の実験結果からは、AAM を用いた PC 梁と OPC を用いた PC 梁のひび割れ性状に明確な違いは見られなかった。

PRC 指針³⁾で算定した平均ひび割れ幅および平均ひび割れ間隔の実験と計算値との比較結果を表 2 に示す。実験では、ひび割れは長期載荷開始後、34 日以降は新たなひび割れが発生しなかったため、経過日数 280 日時点の値を実験値として採用した。表 2 より、平均ひび割れ幅の計算値は A-F 試験体、O-F 試験体ともに過大評価した。平均ひび割れ幅は、A-F 試験体の方が O-F 試験体の方が実験値と計算値の差が小さかった。計算精度にコンクリート種類による明確な違いは見られなかったため、PRC 指針のひび割れ幅および間隔の算定式は AAM を用いた PC 梁へ適用可能であると考えられる。

4. まとめ

本報では、曲げひび割れに着目し AAM を用いた PC 梁の曲げ性状について報告した。実験結果より、PC 技術基準解説書および PRC 指針の算定式は、AAM を用いた PC 梁に適用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所ほか監修：2009 年度版プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例，2009
- 2) A. Shibayama and M. Nishiyama: Flexural strength and load-deformation relationship of fly - ash - based geopolymer concrete beams, Japan Architectural Review, Vol.6, No.1, 2023
- 3) 日本建築学会：プレストレスト鉄筋コンクリート（Ⅲ種 PC）構造設計・施工指針・同解説，2003

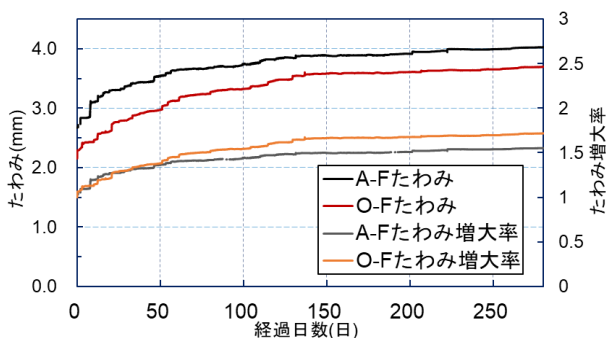


図 2 たわみー経過日数

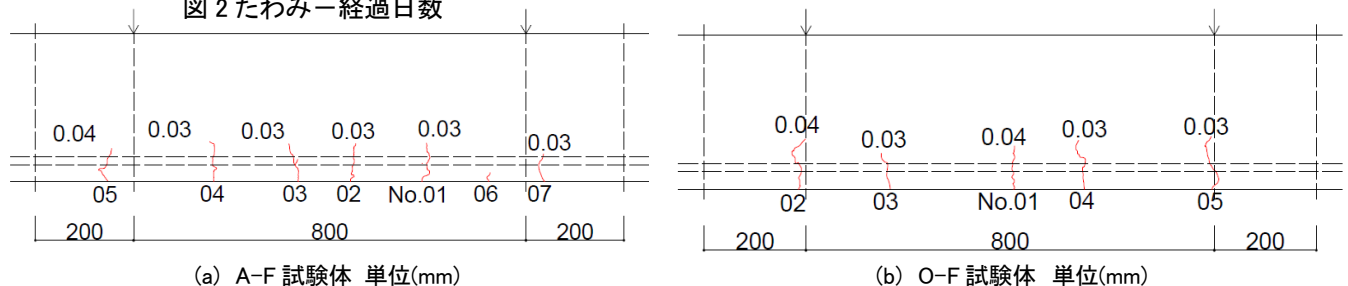


図 3 ひび割れ図

図 2 曲げひび割れ幅および間隔の評価

試験体	exp.		cal.		exp./cal.	
	W_{av} (mm)	l_{av} (mm)	W_{av} (mm)	l_{av} (mm)	W_{av}	l_{av}
A-F	0.032	176.2	0.086	133.1	0.37	1.32
O-F	0.034	203.1	0.078	133.1	0.44	1.53

W_{av} : 平均ひび割れ幅, l_{av} : 平均ひび割れ間隔