

高耐久性プレテンション PC 桁の耐荷性能に関する試験研究

琉球大学大学院 学生会員 崎原 盛伍 琉球大学名誉教授 正会員 大城 武
 琉球大学准教授 正会員 富山 潤 (株) 黒沢建設 正会員 平井 圭
 (株) 技建 非会員 宮野 伸介

1. はじめに

フライアッシュ(以下, FA と記す)のコンクリートへの活用は, コンクリートの施工性能の向上, 温度ひび割れの制御, 耐久性の向上, 長期強度の増加, アルカリシリカ反応の制御など, コンクリート性能の向上に係わる利点を有している. 近年, フライアッシュコンクリート(以下, FAC と記す)の利用拡大に向けた設計施工指針試案¹⁾が発行されているが, まだ建設工事での広い普及には至っていない.

本研究では, FA を活用したプレテンション PC 桁を蒸気養生下で製作し, そこでの有効性を検討した. 最初に初期強度の確保, 耐久性向上等に配慮し, 普通および早強ポルトランドセメントを使用したフライアッシュコンクリート(以下, NFAC, HFAC と記す)の配合設計を行った(表-1). その配合に対して予備実験を行い, プレストレス導入時の所定強度の確保および水和熱の低減を確認した. 試験桁の製作に際しては, 普通 PC 鋼より線(以下, N 仕様と記す)と高耐久性を目指して遮塩性能に優れたエポキシ樹脂塗装 PC 鋼より線²⁾(以下, E 仕様と記す)を使用した. 両仕様と普通コンクリート(以下, NC と記す), NFAC および HFAC を組み合わせたプレテンション PC 桁を製作し, その耐荷性能に関する試験研究を行った.

2. 試験概要

本研究では, 曲げ破壊試験を JIS A 5373, 2004, 付属書 2 に基づいて行い, その耐荷性能を確認した. 図-1 に曲げ破壊試験の概要図を示す. 試験桁は, スラブ橋桁に用いる中空タイプ断面で, 参考文献 3) の B 活荷重用プレテンションスラブ橋桁断面(BS12)を参考にした. N 仕様と NC の桁を BS12-NN, N 仕様と NFAC の桁を BS12-NFA, E 仕様と NC の桁を BS12-EN, HFAC の桁を BS12-EHFA と称し, 桁長を 12.50m とした. 図-2 に BS12 の断面図を, 図-3 に BS12 の側面図を示す.

曲げ破壊試験に先立ち, N 仕様の試験桁 BS12-NN, BS12-NFA のひび割れ曲げモーメントの設計値を算出し, また, この曲げモーメントに対応する設計ひび割れ荷重を算出した. 両桁のひび割れ曲げモーメントの設計値と設計ひび割れ荷重は, 各々 473kN・m, 137kN である. また, E 仕様の試験桁 BS12-EN, BS12-EHFA に関しても, 同様にひび割れ曲げモーメントの設計値と設計ひび割れ荷重を算出した. その値は, 各々 440kN・

表-1 コンクリート配合表

配合名	水粉体比 W/(C+FA) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			セメント		細骨材		粗骨材 G
			水 W	+フライアッシュ(内割) +フライアッシュ(外割) C+FA1(置換率)+FA2	S1	S2	
NC	32.5	42.7	156	480	231	523	1048
NFAC	30.9	40.0	156	394+86(18%)+25	207	469	1048
HFAC	30.9	40.0	156	394+86(18%)+25	207	469	1048

A : 混和剤 [kg/m³]

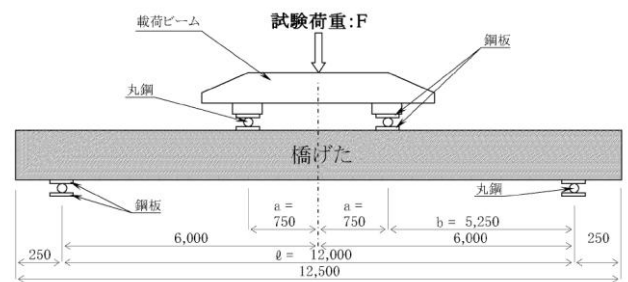


図-1 曲げ破壊試験の概要図

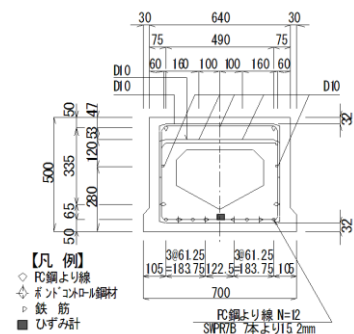


図-2 BS12 の断面図

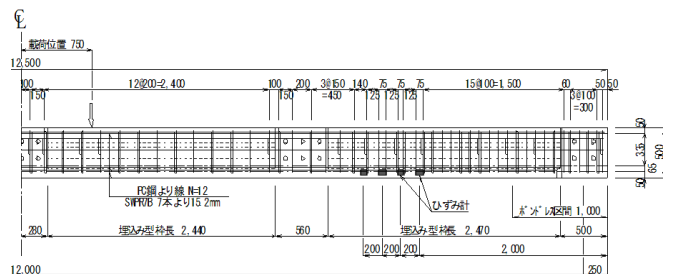


図-3 BS12 の側面図

m, 124kN である. 試験桁に設計ひび割れ荷重を載荷した時のたわみの値は, N 仕様および E 仕様に対して, 各々 21.4mm, 19.4mm を算出した. また, 破壊抵抗曲げモーメントは, 両仕様ともに 927kN・m の値を算出し, この値に対応して設計破壊荷重 310 kN を算出した.

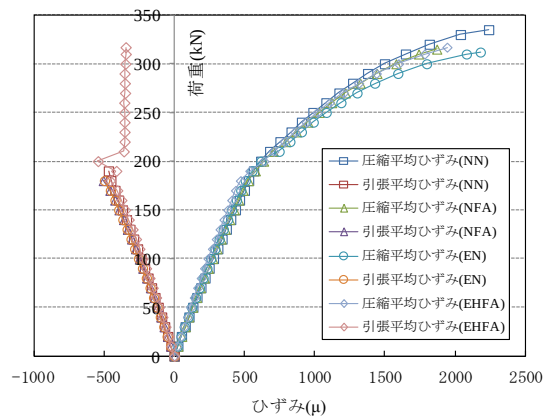


図-4 荷重-ひずみの関係

3. 試験結果およびその考察

プレストレス導入時に、コンクリートの導入ひずみを測定した。また、供試体の圧縮試験時にヤング係数を算出し、その値と各試験桁の導入ひずみから導入応力度を算出した。これ等の導入応力度を検討した結果、プレストレス導入直後、静荷重作用時および設計荷重作用時の合成応力度は、全域においてコンクリートの許容値以下になることを確認した。

試験桁 BS12-NN および試験桁 BS12-NFA は、材齢 25 日で曲げ破壊試験を、試験桁 BS12-EN および試験桁 BS12-EHFA は、材齢 20 日で曲げ破壊試験を行った。曲げ破壊試験時の供試体の圧縮強度およびヤング係数の測定値を以下に示す。試験桁 BS12-NN は各々 51.8 N/mm^2 , $3.3 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、試験桁 BS12-NFA は各々 50.1 N/mm^2 , $3.5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、試験桁 BS12-EN は各々 51.0 N/mm^2 , $3.5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、試験桁 BS12-EHFA は各々 55.6 N/mm^2 , $3.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ である。これ等の値は、コンクリートの設計基準強度およびヤング係数を全て満足している。

試験桁 BS12-NN, BS12-NFA のひび割れ荷重は、設計ひび割れ荷重 137kN に対し、各々 190kN, 185kN である。さらに荷重を増加した結果、設計破壊荷重 310kN を超える 321kN で共に上縁コンクリートの側面に局部圧壊が生じた。試験桁 BS12-EN, BS12-EHFA のひび割れ荷重は、設計ひび割れ荷重 124kN に対し、各々 185kN, 184kN である。さらに荷重を増加した結果、設計破壊荷重 310kN を超える 315kN および 318kN で、上記の試験桁と同様に上縁側面に局部圧壊が生じた。

4 試験桁の上下縁で測定したコンクリートひずみの測定結果を図-4 に示す。ここでは、4 枚の測定ひずみの平均値を示している。図示の様に、4 試験桁とも設計ひび割れ荷重を超える 180kN の値まで荷重とひずみ関係は線形性を表わし、同様の曲げ性状を表わしている。

4 試験桁のたわみの測定結果を図-5 に示す。試験桁 BS12-NN, BS12-NFA のたわみの設計値 21.4mm に対し、実測値は各々 20.6mm, 19.9mm を示す。また、試験桁

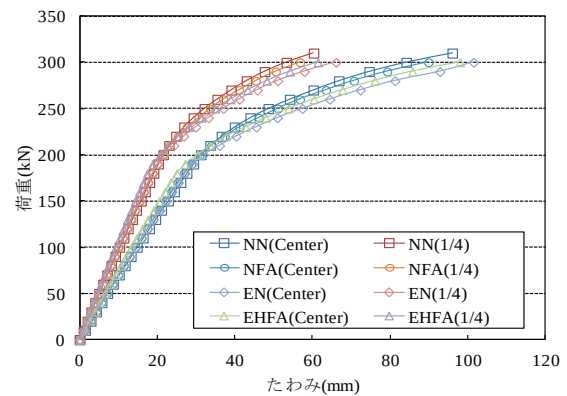


図-5 荷重-たわみの関係

BS12-EN, BS12-EHFA のたわみの設計値 19.4mm に対し、実測値は各々 18.1mm, 16.7mm を示す。これ等の測定値は、設計値より小さい値を表わしている。図示のたわみと荷重の関係は、設計ひび割れ荷重を超える 200kN まで線形性状を維持している。また、4 試験桁は同様のたわみ挙動を表わしている。

本試験の 4 試験桁は、同様の荷重とたわみの関係および荷重とひずみの関係を表わし、同等の曲げ耐荷性能を表わしている。また、設計ひび割れ荷重を超えて線形性状を維持していることから所定のプレストレスの導入を確認できる。

4. まとめ

本研究では、普通コンクリートと FA コンクリートに対して、N 仕様と E 仕様の PC 鋼より線を組み合わせたプレテンション PC 試験桁を蒸気養生下で製作して曲げ破壊試験を行い、その曲げ耐荷性状を検証した。試験結果から、4 試験桁のひび割れ荷重および破壊荷重は、設計値を超えることを確認した。また、荷重とたわみの関係および荷重とひずみの関係は、設計ひび割れ荷重を超える荷重まで線形性を維持し、設計値以上の耐荷性能を有することを確認した。

謝辞：本研究の一部は、沖縄しまて協会の研究助成を受けて行われた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) (社)土木学会：循環型社会に適合したフライアッシュコンクリートの最新利用技術、コンクリートライブラリー132, 2009.12
- 2) (財)土木研究センター：全素線塗装型 PC 鋼より線を使用している PC 構造物の設計・施工ガイドライン, 2010.3
- 3) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：道路橋用橋げた設計・製造便覧, 2004.6