

フライアッシュ混和が合成構造橋梁のライフサイクルコストに与える影響

川田工業株式会社

○栗山 浩（正会員） 窪田一沙
泉谷 智之
富山県立大学 伊藤 始（正会員）

1. はじめに

現在、橋梁は約 16 万橋建設されており、建設後 50 年以上経過した橋梁の割合は、現時点で全体の約 1 割、10 年後には約 3 割、20 年後は約 5 割となり、橋梁の高齢化が加速的に増加していく。これに伴い、コンクリートのひび割れや鋼桁の腐食等の劣化箇所を適時補修していくため、必要となる維持管理費が増え続け、財政の大きな負担となっている。そこで近年は、初期建設費だけでなく、維持管理費を含めたライフサイクルコストでの検討が必要とされている。

プレビームは、所定のそりを与えた I 形断面の鋼桁に荷重を載荷（プレフレクション）し、下フランジコンクリートを打設・硬化後に荷重を解放（リリース）することで、下フランジコンクリートに圧縮力を導入して曲げ剛性やたわみ剛性を増大させる構造である。そのため、桁高が制限される橋梁の架け替え等に多く採用されている。

本構造形式では、鋼桁の保護性能を向上するために、北陸地方で多様なコンクリート構造物への適用が進んでいるフライアッシュ（FA）の適用を検討している。本研究では、下フランジコンクリートに FA を添加することで、ライフサイクルコストの低減効果を検証することを目的とした。

2. 検討概要

本研究では、FA 添加の有無等を変えたケースでライフサイクルコストを算出し、比較を行った。初期建設費と推定維持管理費を合計してライフ

サイクルコストを算出した。なお、維持管理費は下フランジコンクリートの更新のみ考慮した。

(1) 検証モデル

図 1 に検証モデルを示す。橋長は 150m、支間は 34.3m+40.0m+40.0m+34.3m の 4 径間、桁高は 1.7m、幅員は 12.5m とした。図 2 にプレビーム桁の断面を示す。下フランジコンクリートは、幅が 900mm、高さが 350 mm とし、海岸沿いの地域を想定してコンクリートかぶりは 70mm とした。

(2) 検討ケース

表 1 に検証ケースを示す。検証ケースは、ベースとするコンクリート種類と FA 添加の有無、海岸からの距離を変えた 6 ケースとした。ケース名は、早強コンクリートを H、普通コンクリートを N とし、FA を添加したケースには F をつけた。表 2 に検証条件を示す。拡散係数は塩分浸漬試験結果から算出した値を用い、コンクリート表面における塩化物イオン濃度と鋼材腐食発生限度濃度は、日本工業規格と土木学会の仕様に基づいて設定した。プレビーム橋の供用年数は 100 年と設定した。

表 1 検証ケース

	ケース名	海岸からの距離	
		0m	100m
コンクリート種類	H	H-0	H-100
	HF	HF-0	HF-100
	NF	NF-0	NF-100

H：早強コンクリート
N：普通コンクリート
F：FA を添加有

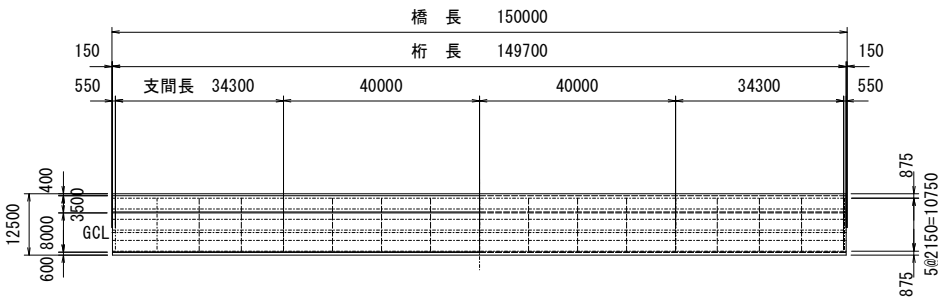


図 1 検証モデル

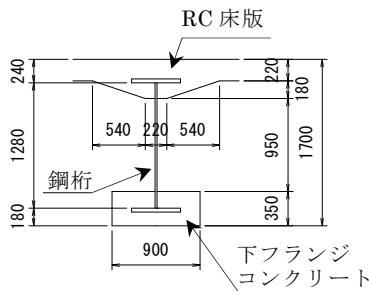


図 2 プレビーム桁の断面

キーワード プレビーム、フライアッシュ、初期建設費、維持管理費、ライフサイクルコスト
連絡先 〒939-1593 富山県南砺市苗島 4610 TEL0763-22-7834

表 2 検証条件

拡散係数 (cm^2/year)	H-1	0.919
	HF-1	0.441
	NF-1	0.338
コンクリート表面における 塩化物イオン濃度 (kg/m^3)	海岸	9.0
	海岸から100m	4.5
鋼材腐食発生限界濃度 (kg/m^3)		2.5
コンクリートかぶり (mm)		50

3. 検証結果

(1) 塩化物イオン濃度の変化

H ケースと HF ケースにおける塩化物イオン濃度の変化を図 3 および図 4 に示す。また、鉄筋の位置は赤色のエリアで示し、鋼材腐食発生限度濃度を破線で示す。H ケースは、約 5 年経過後に塩化物イオンが鉄筋位置に達しているのに対し、HF ケースでは約 10 年経過後に塩化物イオンが鉄筋位置に達した。さらに、鉄筋位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生濃度に達するのは、H ケースで約 25 年、HF ケースで約 50 年であった。よって、FA を添加することで塩化物イオンの進行速度が約半分になった。

(2) 補修履歴

図 5 に補修履歴を示す。鉄筋位置において、塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限度濃度に達した時点で補修を行うことにした。補修頻度は、H-0 が 4 回、HF-0 が 2 回であった。よって、FA を添加することで、補修頻度が約半分に減少した。

(3) ライフサイクルコストの比較

図 6 にライフサイクルコストを示す。今回補修費を計算するために、表面被覆による補修を想定した。FA を添加することで、セメントと FA ($2000 \text{ 円}/\text{m}^3$) の差額によって初期建設費が増加した。しかし、補修回数が減少したため、維持管理費は約 6600 万円減少した。

4. まとめ

- (1) FA 添加により、鋼材腐食発生限界濃度に到達するまでにかかる年数はおおよそ 2 倍になった。
- (2) FA 添加により、初期建設費は増加したが、維持管理費が約 6600 万円低減できたため、ライフサイクルコストは約 6500 万円低減できた。

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会：100 年橋梁 次世代でつなぐ確かな技術
- 2) 伊藤，栗山，窪田，泉谷，中畔：フライアッシュを添加した高強度コンクリートのフレッシュ性状と初期強度に関する検討，土木学会第 71 回年次学術講演会，V-137，2016
- 3) 伊藤，栗山，窪田，泉谷，田島：実機製造した高強度

フライアッシュコンクリートの流動性と材料分離抵抗性に関する検討，土木学会第 72 回年次学術講演会，V-362，2017

- 4) Ito, Obara, Mishima : Study on Estimation for Life Cycle Costs of RC Bridge Piers, 2017
- 5) 土木学会：コンクリート標準示方書・設計編
- 6) プレビーム振興会：プレビーム合成げた橋設計施工指針，1997

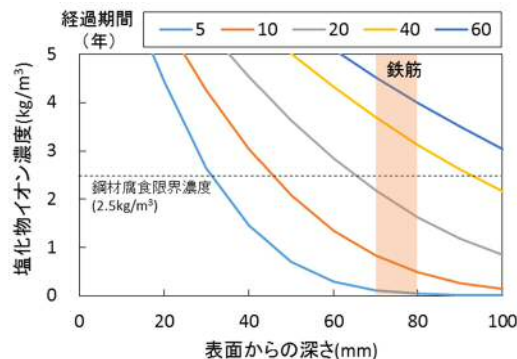


図 3 塩化物イオン濃度の変化 (H ケース)

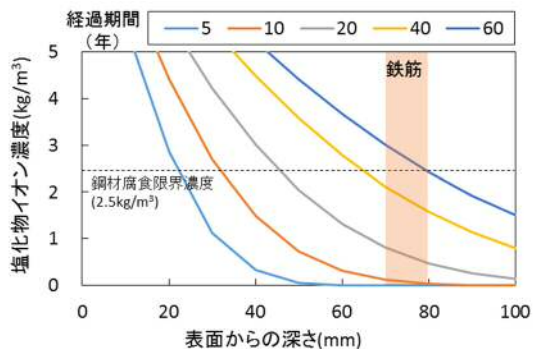


図 4 塩化物イオン濃度の変化 (HF ケース)

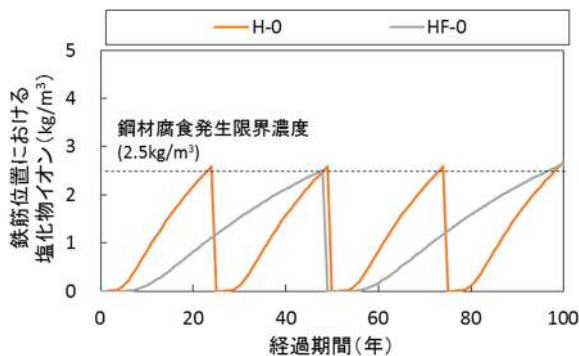


図 5 補修履歴

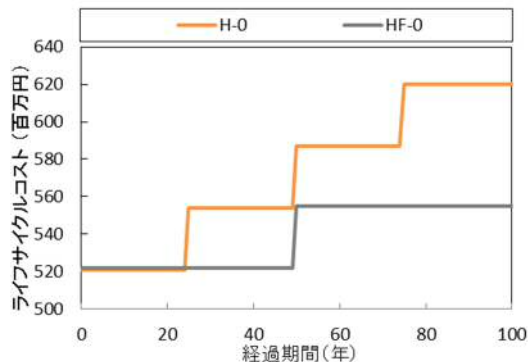


図 6 ライフサイクルコスト