超速硬フライアッシュコンクリートの適用効果の検証

川田建設(株)　正会員　○北野　勇一
川田建設(株)　塩井　健太
デンカ(株)　正会員　寺崎　聖一
首都高速道路(株)　吉村　崇志

1．概要

橋梁修繕更新工事における PC（プレストレストコンクリート）部材間詰め施工への適用を目的に開発された超速硬フライアッシュコンクリート [1]の効果を検証するため，実工事に適用した際に各種調査を実施した．本稿では，コンクリート打込み後 3 か月ほどの間に得られた調査結果に基づいて報告を行う．

2．検証概要

1963 年に建設された首都高速 1 号羽田線勝島地区の 2・3 径間連続 PC ゲルバー箱桁橋について，ゲルバー部の恒久的な改良を目的に PC 桁の連続化工事が実施されている [2]．

図 1 に連続化を行うゲルバー部の施工概要を示す．ゲルバー部間詰め施工は，予め床版を除く箱桁部に無収縮モルタルを桁側面から充填した後，夜間片側交通規制を行って床版部に半断面ずつ超速硬コンクリートを橋面より打設した（写真 1）．超速硬コンクリートは，1 箇所当り 0.5～0.8m^3 であり，100L 練りミキサを用いて現地にて製造した．

表 1 に配合を示す．配合 JEF は超速硬フライアッシュコンクリートであり，現地における計量作業を省略するため，超速硬セメント(C)，改質フライアッシュ(F)，細骨材(S)をプレミックスした．配合 J は汎用の超速硬コンクリートである．両配合とも可使時間を考慮し，凝結遅延剤を適宜添加した．

表 2 に調査項目を示す．超速硬フライアッシュコンクリートは急速施工性，ひび割れ抵抗性，高耐久性を兼ね備えるコンクリート [1]であり，その効果を検証するための調査を行った．なお，調査対象部のコンクリート打設は，両配合とも 2016 年 11 月 2 日深夜のほぼ同時刻に開始した．

3．検証結果

表 3 にフレッシュ性状と圧縮強度試験結果を示す．

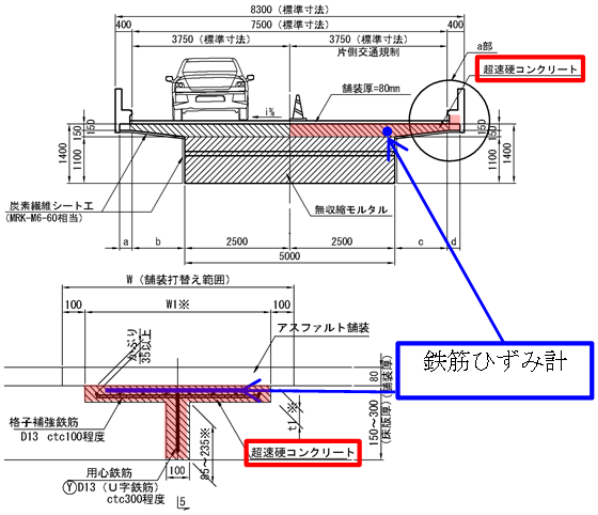

図 1　PC ゲルバー部施工概要

写真 1　ゲルバー部間詰め施工状況

表 1　超速硬コンクリート配合（kg/m^3）

配合	W	C	F	S	G	SP
JEF*	162	491	59	602	1102	-
J**	143	400	-	728	1089	3.20

*C は非晶質カルシウムアルミネート系超速硬セメントで粉末減水剤を含む，F は改質フライアッシュ（JIS A6201Ⅱ種）．
**C はカルシウムフルオロアルミネート系超速硬セメント．W には高性能減水剤(SP)を含む．

表 2　調査項目

調査項目	調査方法	効果の評価基準
急速施工性	圧縮強度試験（JIS A 1108）	材齢 3 時間で 19.6N/mm^2 以上
ひび割れ抵抗性	鉄筋ひずみ計を間詰め部橋軸方向に設置し，ひずみを測定	汎用品に比べ，収縮ひずみを 100×10^{-6} 以上低減
高耐久性	塩水浸漬供試体の塩分浸透深さを測定 [1]	汎用品の 1/2 以下

キーワード　超速硬コンクリート，改質フライアッシュ，急速施工性，ひび割れ抵抗性，耐久性
連絡先　〒114-5384　東京都北区滝野川 6-3-1　川田建設(株)技術部　ＴＥＬ03-3915-5384

スランプは両配合とも 12±3cm で管理したが，配合 JEF に関しては管理上限の 15cm であった．これは，施工時の気温が配合を決定した試験練り時の気温（約 20℃）より低かったことが影響したと考える．3 時間強度は配合 JEF および配合 J とも 19.6N/mm^2 を確保した．配合 JEF に関しては 91 日強度が 70.2N/mm^2 となり，配合 J の 2 割増しとなった．

図 2 にコンクリート打設後の温度履歴を示す．温度測定は鉄筋ひずみ計と同じ位置である．両配合とも打込み後 4～5 時間で最高温度に達し，その後の温度下降の経過も概ね同じ挙動を示した．

図 3 にひずみ測定結果を示す．図中の実線は実施工部のひずみであり，プロットは一軸拘束膨張試験（封緘状態とした供試体を用い，JIS A 6206 附属書 2 の B 法を参考に行った試験）の結果である．図より，配合 JEF の実測ひずみは配合 J よりも総じて 100×10^{-6} 以上大きい（収縮ひずみを 100×10^{-6} 以上低減する）ことが確認された．また，実施工部のひずみは材齢 1 日までの間に硬化時の発熱による膨張を既設部材が拘束することにより圧縮ひずみが導入される．材齢 1 日以降の材齢の経過に伴う実施工部のひずみの推移は，拘束膨張ひずみと概ね同様の挙動を示す．このことから，拘束条件が異なるものの，実施工部の環境条件としては水の出入りが少ない状態（封緘に近い状態）になっていると推察される．

図 4 に塩分浸透深さの測定結果を示す．配合 JEF の塩分浸透深さは配合 J の約 1/7 であった．このように超速硬フライアッシュコンクリートで確認された塩分浸透に対する高い抵抗性や，前述の長期強度の増進に関しては，改質フライアッシュ混入による高いポゾラン反応の利益と考える．

4．まとめ

新規に開発された超速硬フライアッシュコンクリートを実施工に適用し，各種調査を実施した結果，汎用の超速硬コンクリートと同様の急速施工性を有し，かつ，ひび割れ抵抗性および耐久性が向上する効果を実証することができた．

表 3　フレッシュ性状と圧縮強度試験結果

配合	気温 (℃)	ｺﾝｸﾘｰﾄ温度(℃)	ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	圧縮強度(N/mm^2)	
				3 時間	91 日
JEF	13	15	15.0	36.7	70.2
J	12	18	10.5	28.8	57.4

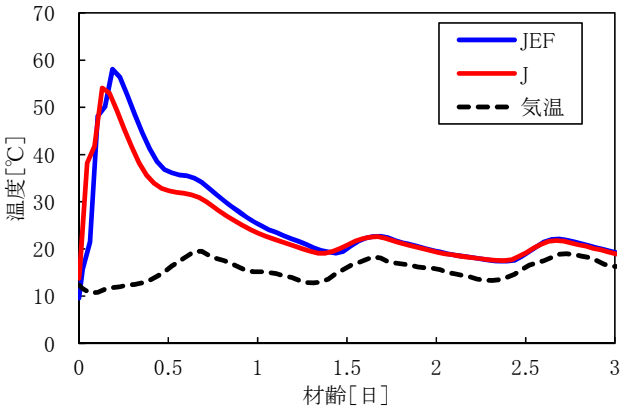

図 2　コンクリート温度履歴

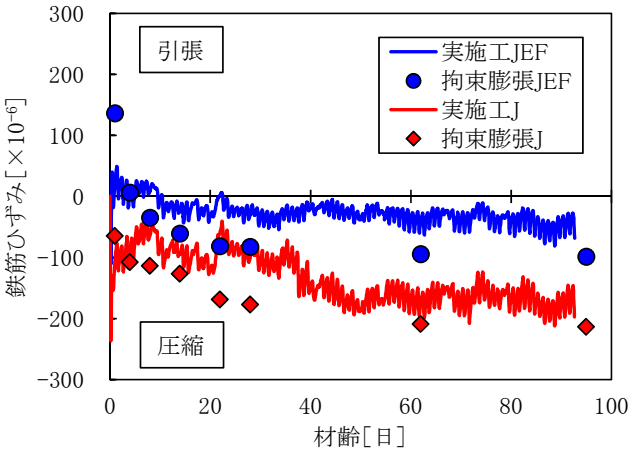

図 3　鉄筋ひずみ測定結果

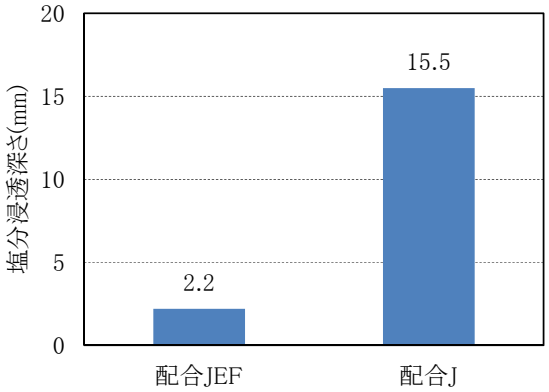

図 4　塩分浸透深さ（浸漬 3 か月）

参考文献

1) 北野勇一，水戸健介，相澤一裕，寺崎聖一：非晶質カルシウムアルミネートを利用した超速硬フライアッシュコンクリートの性能，コンクリート工学年次論文集，2017.6（投稿中）

2) 小島直之，花房禎三郎，北野勇一：PC ゲルバー橋の連続化に関する設計検討（首都高速 1 号羽田線勝島地区 PC 橋），第 21 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，2012.10