

橋梁下部工耐震補強におけるフライアッシュ混合コンクリートの施工について

東日本高速道路株式会社東北支社 法人会員 ○久保 慎也
 東日本高速道路株式会社東北支社 正会員 相内 茂幸
 東日本高速道路株式会社東北支社 法人会員 大井 美穂
 株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 佐藤 勉

表-1 BB の配合

[単位: Kg/m³, L/m³]

項目	BB	W	S1	S2	G	Ad1	Air
重量	344	160	629	157	988	3.44	4.50%
容積	113	160	248	60	374	1.00%	45

表-2 FA 混合コンクリートの配合設計

[単位: Kg/m³, L/m³]

項目	N	EX	FA	W	S1	S2	G	Ad1	Air
重量	263	20	50	163	653	163	950	2.66	4.50%
容積	83	6	23	163	257	63	360	—	45
比重	3.16	3.16	2.22	1.00	2.54	2.60	2.64	—	—

表-3 目標 SL 及び Air の設定根拠

項目	単位	基準	運搬	ポンプ	繊維	計	目標
SL	cm	15.0	3.0	1.0	1.5	20.5	21.0
Air	%	4.5	1.0	0.0	0.0	5.5	5.5

表-4 室内試し練りに基づく計画配合

[単位: Kg/m³, L/m³]

項目	N	EX	FA	W	S1	S2	G	Ad1
重量	263	20	50	158	664	165	950	2.66

表-5 プラント練り落としから繊維混入による性状変化

測定値	練り直後	30分後	30分後	60分後	75分後
		現着想定	繊維混入直後	繊維混入	繊維混入
時間	13:49	14:19	14:29	14:49	15:04
スランプ (cm)	19.5	18.0	14.0	12.5	9.5
目標スランプ (cm)	21.0±2.5	18±2.5	16±2.5	—	—
空気量 (%)	5.2	4.5	4.7	4.0	3.3
目標空気量 (%)	5.5±1.5	4.5±1.5	4.5±1.5	—	—
C. T (°C)	28.0	29.0	30.0	31.0	31.0
外気温 (°C)	29.0	28.0	28.0	27.0	27.0

表-6 75 分後の繊維添加でのスランプ 12 cm 確保のための配合修正

[単位: Kg/m³, L/m³]

項目	N	EX	FA	W	S1	S2	G	Ad1
重量	263	20	50	158	664	165	950	3.66

表-7 プラント練り落としから繊維混入による性状変化

測定値	練り直後	30分後	30分後	60分後	75分後	90分後
		現着想定	繊維混入直後	繊維混入	繊維混入	繊維混入
時間	13:41	14:11	14:16	14:41	14:56	15:11
スランプ (cm)	22.5	20.5	18.0	15.0	13.0	11.5
目標スランプ (cm)	22.5±2.5	—	16.0±2.5	—	—	—
空気量 (%)	6.1	5.0	5.3	4.3	3.9	3.5
目標空気量 (%)	6.0±1.5	—	4.5±1.5	—	—	—
C. T (°C)	32.0	32.0	33.0	32.0	34.0	34.0
外気温 (°C)	35.0	35.0	35.0	31.0	30.0	27.0

1. はじめに

フライアッシュ（以下「FA」）は一般に凍害や塩害対策として有効であるとされている。本件では、耐震補強工事の下部工コンクリート（30N/mm²）として、FA を普通セメント（以下「N」）及び膨張セメント（以下「EX」）に 50kg/m³ 混入し、耐凍害性対策とした。また、併せてポリプロピレン樹脂繊維（以下「PP」）を容積に対して 0.05%（455g/m³）混入し、ひび割れ防止対策を実施したものである。

2. 配合検討

生コンプラントが有する表-1 の高炉セメント（以下「BB」）をベースとした N 及び EX の結合材比 15% 内割として、FA が 50kg/m³（2 袋）となる結合材量である 333kg/m³ を算出した。粗骨材かさ容積及び実績率は、プラント規格値からそれぞれ 0.620（m³/m³）、58（%）とし、表-2 のように FA 混合コンクリートの配合設計を実施した。FA は小袋（25kg/袋）を使用し、プラント練り混ぜ時は EX と同時に人力により手投入した。

3. 室内試し練り

室内試し練り時におけるスランプ値（SL）及び空気量（Air）の設定は表-3 のとおりである。数回の試し練りの結果から、表-4 のような計画配合とし、スランプ 21.5 cm、空気量 5.2% を確保した。試し練りの強度試験結果は σ_7 が 27.4N/mm²、 σ_{28} が 37.0N/mm² となり、設計基準強度（ σ_{28} ）30N/mm² × 1.2（割増）= 36N/mm² を確保できることを確認した。

4. 実機試し練り

プラント練り落としから現場到着時 30 分後、PP 混入直後、60 分後、75 分後のスランプ及び空気量の性状確認を実施した。この結果を表-5 に示す。練り上がったコンクリートは、練り落としから 30 分後の計画した性状値を確保した。また、PP 投入によるスランプの低下は 4 cm、PP 投入直後から 75 分後のスランプの低下が 4.5cm と大きな値となった。コンクリート打設の施工性を考慮し、75 分後までの範囲でポンプ打設可能なスランプである 12cm を確保するため、練り上がりのスランプを 22.5cm、空気量を 6% とし、表-6 のとおり混和剤量を修正し、再実機試し練りを実施した。この結果を表-7 に示す。75 分後のスランプは 13.0cm、空気量 3.9% であった。また、コンクリート性状が柔らかい場合は、PP 投入後のスランプの低下が小さくなることを確認した。今回の例では PP 投入後のスランプの低下は、当初は 4cm であったが、練り上がり時

キーワード フライアッシュ、塩害、凍害、ポリプロピレン樹脂繊維、ひび割れ

連絡先 〒010-1404 秋田市上北手古野字大繋沢 30-2 TEL018-826-1700 FAX018-826-1703

のスランプを 3cm 増やしたことにより PP 投入後のスランプの低下が 2.5cm と小さな値となった。

5. 現場施工

現場施工にあたり，一般的に FA 混合コンクリートの場合は，スランプの変動が大きいことに加え，今回の施工時の気温が 30℃を上回ることが想定されたことから，PP 混入直後のスランプを 16±2.5cm から 17±3.0 cm に大きく幅を持たせた品質管理とした．打設結果を表-8 に示す．管理値の軟らかい側での練り上がりとなった．コンクリート打設に要したアジテータ車毎の PP 投入後のスランプの変化をグラ

フ化したものが図-1 である．最初の 5 台は一定の値を示したが，外気温の上昇に伴いスランプの低下が認められた．しかし，管理値のスランプである 17±3.0cm の範囲での打設となった．また，図-2 に空気量の変化を示す．外気温の上昇に合った変化を確認したが，管理値の空気量 4.5 ±1.5% の範囲での打設を実施した．

6. PP 混入と未混入の経時変化試験

FA 混合コンクリートの PP を含まない場合の練り落としから 90 分後までのスランプ及び空気量の経時変化試験を実施した．表-9 及び表-10 は PP 混入と PP 未混入の性状変化を示したものである．配合は同じであるが，コンクリート温度を考慮し AE 助剤量を 4.50A から 5.25A に変更し試験を実施した．表-1 に示すとおり，PP 未混入の FA 混合コンクリートは，練り落としから 60 分後の変動がスランプ 3 cm の低下，空気量 1.2% の低下であった．また，60 分後から 90 分後の変動は，同様に 4.0 cm の低下及び 0.6% の低下となった．

7. おわりに

一般的に，普通コンクリートに FA を混入した場合は，スランプの変動が大きいとされている．今回の 2 種のケースは，スランプの管理値 17 cm ± 2.5 cm 幅での変動のみであり，安定していた．プラント関係者の経験知として，軟らかい FA 混合コンクリートの場合の PP 投入や FA 混合を行った場合は，硬練りコンクリートよりも比較的変動が小さいとのことである．結果的に，本工事での打設時のスランプは 15~20 cm となり，流動性が高いコンクリートとすることにより，耐震補強の狭小部幅 25cm に対して，適切なワーカビリティを確保した．FA の変動を考慮し，スランプ管理値を変更する対応を実施したが，結果的に大きな変動は発生しなかった．しかし，外気温が 30℃を超える中での打設となるため，練り落としの設定を上限で実施し施工を行うこととなり，コンクリート性状の低下を懸念することなく施工が可能となった．これにより，流動性コンクリートの活用が有効であることを確認することができた．

表-8 現場施工時の性状変化

測定値	1台目の性状推移			2台目	3台目	4台目	5台目
	ブラント	約30分後	約30分後	繊維混入直後			
スランプ試し練り (cm)	練り直後	現着	繊維混入直後	—	—	—	—
スランプ現場施工 (cm)	22.5	20.5	18.0	20.0	20.0	20.0	19.0
目標スランプ (cm)	22.5±2.5	—	17.0±3.0	17.0±3.0			
空気量試し練り (%)	6.1	5.0	5.3	—	—	—	—
空気量現場施工 (%)	6.5	5.3	5.5	5.2	5.5	5.7	5.6
目標空気量 (%)	6.0±1.5	—	4.5±1.5	4.5±1.5			
C. T (°C)	30.0	29.0	30.0	30.0	31.0	33.0	32.0
外気温 (°C)	25.0	31.3	31.3	33.2	33.2	33.2	33.6

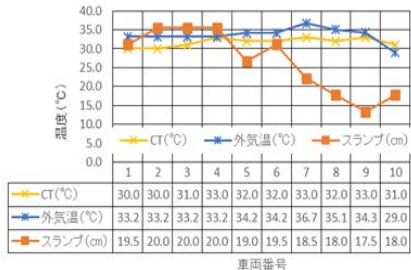


図-1 現場施工時の性状変化

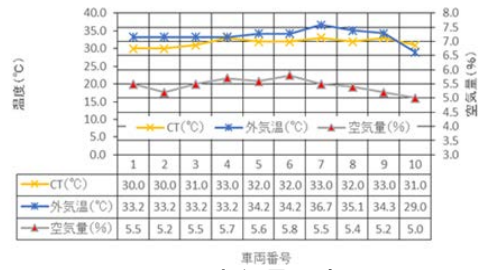


図-2 空気量の変化

表-9 配合及び混和剤量

種別	配合	W/B	S/a	W	C	FA	S1	S2	G1	Ex	Ad1	Ad2
混入30.15.20	A1-5	47.5	47.4	158	263	50	664	165	950	20	3.66	2.62
未混入30.15.20	A1-5	47.5	47.4	158	263	50	664	165	950	20	3.66	3.06

表-10 経時変化一覧

測定値	練り直後	30分後 現着想定	30分後 繊維投入	60分後	75分後	90分後
混入 時間	13:41	14:11	14:16	14:41	14:56	15:11
未混入 時間	13:37	14:07	—	14:37	14:52	15:07
混入スランプ (cm)	22.5	20.5	18.0	15.0	13.0	11.5
未混入スランプ (cm)	22.5	20.5	—	19.5	18.5	15.5
目標スランプ (cm)	22.5	—	—	—	—	—
混入空気量 (%)	6.1	5.0	5.3	4.3	3.9	3.5
未混入空気量 (%)	5.8	5.1	—	4.6	4.3	4.0
目標空気量 (%)	6.0	—	—	—	—	—
混入 C. T (°C)	32.0	32.0	33.0	32.0	34.0	34.0
未混入 C. T (°C)	34.0	35.0	—	37.0	37.0	38.0
混入外気温 (°C)	35.0	35.0	35.0	31.0	30.0	27.0
未混入外気温 (°C)	35.0	35.0	—	40.0	42.0	42.0