

次世代プレキャスト製品の製造技術に関する検討会の報告

技術本部	技術研究所	桜田道博
技術本部	技術研究所	山村智
技術本部	技術研究所	中瀬博一
技術本部	技術研究所	鈴木雅博

1. はじめに

ピーエス三菱グループ(以降, 当社)の工場で製造するプレキャスト製品の①品質向上, ②耐久性向上および③環境負荷の低減を目指し, 次世代のプレキャスト製品として他社との差別化を図り, 受注の拡大につなげることを目的として社内に「次世代プレキャスト製品の製造技術に関する検討会」(以降, 次世代プレキャスト検討会)を設置した。本検討会では, 土木部門および建築部門から材料, 施工およびプレキャスト製品の製造に精通したメンバーを選定し, 平成23年5月から平成24年3月まで, 約1年間の活動を行った(表-1)。本報告では次世代プレキャスト検討会の活動内容と成果の一部を紹介する。

表-1 次世代プレキャスト検討会の委員構成

	氏名	所属		
主査	西垣義彦	技術本部	技術研究所	所長
幹事	桜田道博	技術本部	技術研究所	材料グループ
委員	市川 徹	ピー・エス・コンクリート(株) 代表取締役社長		
	松岡 剛	土木本部	土木部	土木グループリーダー(H23.10~)
	荒田成一	東京土木支店	土木工務部	1級工事長(~H23.10)
	浜戸 昇	建築本部	設計部	部長
	大迫一徳	建築本部	建築部	部長
	浜田公也	技術本部	技術部	部長
	大山博明	技術本部	技術部	部長
	藤田知高	技術本部	技術部	土木技術グループ
	鈴木雅博	技術本部	技術研究所	材料グループリーダー
	中瀬博一	技術本部	技術研究所	材料グループ
	山村 智	技術本部	技術研究所	材料グループ
	宮脇裕明	土木本部	土木部長	

2. 活動内容

検討会では先述の目的を達成するため以下の7項目の活動を行った。紙面の都合上, すべてを紹介することはできないことから, ここでは④および⑤の検討結果のみを述べる。

- ①全工場へのアンケート調査による現状の把握
- ②ひび割れ抑制対策の効果確認実験
- ③温度応力解析による品質向上の検討
- ④骨材品質の確認による耐久性の検討
- ⑤混和材の使用による環境負荷低減の検討
- ⑥蒸気養生の効率化による環境負荷低減の検討
- ⑦新たな製造マニュアルの作成および情報の水平展開

3. 骨材品質の確認による耐久性の検討

近年, 粗悪な骨材の使用によるコンクリートの早期劣化が顕在化している。早期劣化のおもな原因はアルカリ骨材反応(ASR)と過大な乾燥収縮であり, これらに関する基準を強化している発注者もある。そこで, 当社の製品工場で使用しているすべての骨材に関して, ASR反応性試験とコンクリートの乾燥収縮試験を実施し, 粗悪な骨材を使用している工場がないかを確認することとした。判定基準は, 現状の各発注者の基準のうち最も厳しいものを適用することとし, ASRに関してはJR東日本の基準(JIS A1146 モルタルバー法による膨張率で500 μ 未満)を, 乾燥収縮に関しては国土交通省近畿地方整備局の基準(6ヶ月後の乾燥収縮ひずみ850 μ 未満)を適用することとした。なお, 乾燥収縮試験はJIS A 1129に準拠して行い, 計測期間は6ヶ月とした。供試体は脱枠後, 材齢7日まで水中で養生し, 材齢7日から室温20 $^{\circ}$ C, 湿度60%R.H.の室内で保管した。

表-2 ASR反応性試験の結果(モルタルバー法)

工場名	骨材の種類	膨張率(26週)	判定*
北上工場	石灰石砕砂	化学法 E無害	E無害
	砕石	200 μ	E無害
茨城工場	山砂	380 μ	E無害
	砕砂・砕石	190 μ	E無害
滋賀工場	川砂	120 μ	E無害
	砕石	120 μ	E無害
兵庫工場	川砂	70 μ	E無害
	砕砂・砕石	50 μ	E無害
水島工場	砕砂	320 μ	E無害
	砕石	270 μ	E無害
七尾工場	陸砂	210 μ	E無害
	砕石	120 μ	E無害
久留米工場	山砂	化学法 E無害	E無害
	砕石	200 μ	E無害

* E無害はJR東日本の土木工事標準仕様書の骨材区分でありアルカリ総量または混和材の使用によるASR対策を必要としない区分

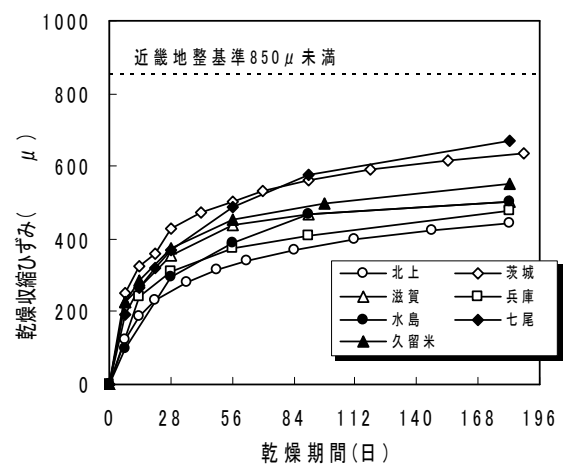


図-1 乾燥収縮の試験の結果

ASR 反応性試験および乾燥収縮試験の結果をそれぞれ、表-2 および図-1 に示す。試験の結果、ASR 反応性および乾燥収縮ひずみはともに、JR 東日本および国土交通省近畿地方整備局の基準を満足しており、当社において耐久性を低下させる粗悪な骨材が使用されている工場はないことが確認された。

4. 混和材の使用による環境負荷低減の検討

当社のプレキャスト製品の環境負荷を低減するため、高炉スラグ微粉末またはフライアッシュを用いたコンクリートの配合を検討した。実績のある工場に関しては配合を調査し、実績のない工場に関しては、技術研究所で配合を決定した。配合の決定においては、プレテンション方式の PC 部材にも対応できるように翌日の圧縮強度の特性値を 35N/mm^2 とした。さらに、高炉スラグ微粉末またはフライアッシュを用いたコンクリートの CO_2 排出量の検討も行った。

検討の結果から得られた知見は以下のとおりである。

- ①高炉スラグ微粉末またはフライアッシュを用いたコンクリートに対応できる工場は表-3 のとおりとなった。滋賀工場、兵庫工場を除く、すべての工場で今年度中に高炉スラグまたはフライアッシュを用いたコンクリートの製造が可能となり、環境負荷の低いプレキャスト製品への対応が可能となる。
- ②高炉スラグ微粉末を用いたコンクリート(置換率 50%)の CO_2 排出量は、早強セメント単味のコンクリートに比べ 40% 程度減少する結果となった。
- ③一方、フライアッシュを用いたコンクリート(置換率 20%)の CO_2 排出量は早強単味のコンクリートに比べ、3%程度減少する結果となった。
- ④今回の検討では、フライアッシュの CO_2 低減効果が高炉スラグ微粉末に比べ小さい結果となったが、これはフライアッシュの初期強度への寄与度が小さいためであり、脱枠時に高い強度が要求されないポステン部材であれば CO_2 低減効果は高まると推察される。

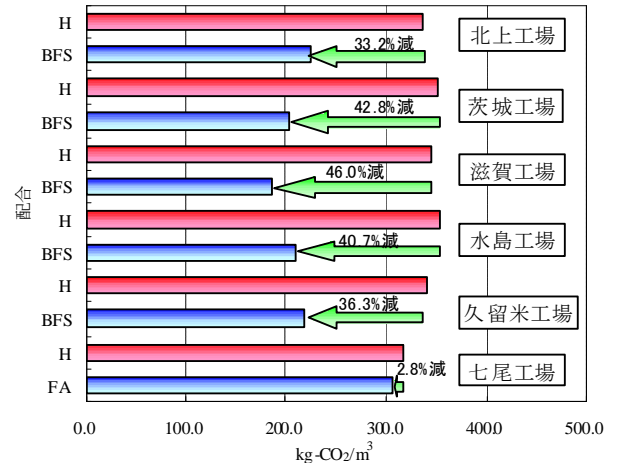
5. さいごに

紙面の制約から検討会の活動のうち、骨材の品質確認による耐久性の検討と混和材の使用による環境負荷低減の検討のみを紹介したが、その他の活動も含め検討会では以下のような成果が得られた。

- ①全工場へのアンケート調査を実施し、各工場のノウハウや製造上の問題点を収集し、製造技術の現状を把握した。また、アンケート結果を基に、13 項目のひび割れ抑制対策を検討会として提案した。
- ②ひび割れ抑制対策の効果確認実験では、実物大の供試体を製作し、ひび割れ抑制対策の効果を確認した。
- ③温度応力解析による品質向上の検討では、ひび割れ抑制対策の効果を解析的に確認した。
- ④骨材品質の確認による耐久性の検討では、全工場を対象に ASR 試験と乾燥収縮試験を実施し、当グループにおいて耐久性を低下させる粗悪な骨材を使用している工場がないことを

表-3 混和材の対応可能な工場

工場	高炉スラグ微粉末	フライアッシュ
北上工場	○	24 年度対応予定
茨城工場	○	24 年度対応予定
滋賀工場	×	×
兵庫工場	×	×
水島工場	○	×
七尾工場	×	24 年度対応予定
久留米工場	○	×



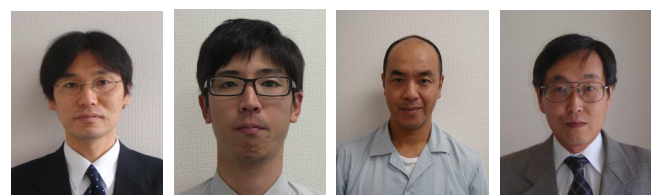
※H：早強セメント，BFS：高炉スラグ，FA：フライアッシュ

図-2 混和材による CO_2 低減効果

確認した。

- ⑤混和材の使用による環境負荷低減の検討では、当社の 7 工場のうち 5 工場において、今年度中に高炉スラグ微粉末またはフライアッシュを用いたコンクリートの製造が可能となり、環境負荷の小さいプレキャスト製品に対応できる体制が整えられた。また、高炉スラグの使用による CO_2 低減効果は 40% 程度、フライアッシュの使用による低減効果は 3% 程度であることが確認された。
- ⑥蒸気養生の効率化による環境負荷低減の検討では、全工場の配合と蒸気養生の現状を調査し、蒸気養生の改善の余地がある配合を抽出した。
- ⑦製造マニュアルの作成では、検討会で提案したひび割れ抑制対策や各工場のノウハウなどを反映させ、新たな製造マニュアルを作成した。製造マニュアルは全工場で運用することとし、技術の蓄積と情報の水平展開を図り、継続的に品質のスパイラルアップを図る体制が整えられた。

Key Words : プレキャスト製品, 品質, 耐久性, 環境負荷低減, ASR, 乾燥収縮



桜田道博 山村 智 中瀬博一 鈴木雅博