

【施工事例2】 伊良部大橋

伊良部大橋は、県内で初めてフライアッシュコンクリート（FAC）が採用された橋梁である。下部工（橋脚・橋台）では、塩害、アルカリシリカ反応（ASR）、水和熱による温度応力抑制対策として内割り＋外割り配合 FAC を用いている。上部工では、ASR 対策として細骨材を砕砂のみとし、さらにワーカビリティを確保することを目的に外割り配合 FAC が使用されている。



図 8.3 位置図（宮古島－伊良部島）



写真 8.3 橋梁全景（伊良部島側から）

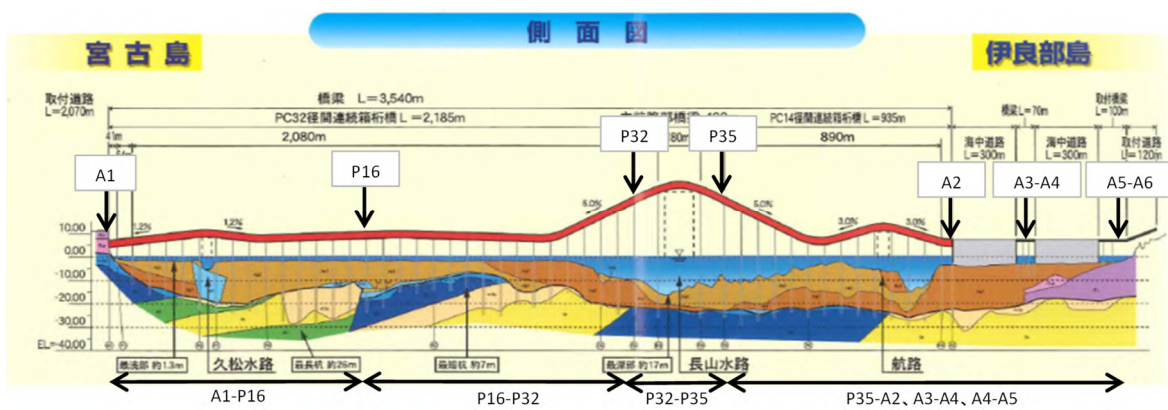


図 8.4 橋梁全体側面図

表 8.5 工事概要

路線名	平良下地島空港線
適用部位	下部工（橋脚、橋台） 上部工（本体橋梁部PC箱桁、取付橋梁部および中間橋梁部中空床板）
使用配合	下部工 27-12-40（一般部橋脚、橋台） 36-12-40（主航路部橋脚） 上部工 50-18-20（本体橋梁部PC箱桁） 36-15-20（取付橋梁部および中間橋梁部中空床板）
配合タイプ	下部工 内割り+外割り配合 ※空気量規定無し 上部工 外割り配合 ※細骨材砕砂のみ
FA使用目的	下部工 塩害、ASR、温度応力抑制 上部工 施工性の確保
打設方法	ポンプ圧送

表 8.6 配合表

配合名	コンクリート製造工場	設計基準強度 f _{ck} (N/mm ²)	目標 SL (cm)	骨材最大寸法 G _{max} (mm)	水セメント比 W/C (%)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)										
								セメント		混和材		水	細骨材			粗骨材		混和剤
								C	膨張材 E	フライアッシュ F1	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad	
27FAC	A工場	27	12	40	—	49.5	38.7	250	—	65	156	403	274	25	689	459	2.68	
36FAC		36	12	40	—	39.0	35.4	323	—	80	157	294	300	20	693	462	4.23	
50外FAC		50	18	20	33.5	—	42.9	446	20	—	156	—	723	22	1004	—	3.26	
36外FAC	B工場	36	15	20	42.5	—	46.0	374	—	—	159	—	802	25	992	—	1.87	

※ 水結合材比:W/B(C+F1)

表 8.7 使用材料

配合名	27FAC	36FAC	50外FAC	36外FAC
セメント	普通ポルトランドセメント（琉球セメント（株）製，密度3.16）			
混和材	H-EX	—		膨張材 ハイパーエクспан（太平洋マテリアル（株）製，密度3.16）
	F1	フライアッシュⅡ種（株）ジェイ・ック石川カンパニー，密度2.37）		—
水	地下水			
細骨材	S1	東村新川産海砂（表乾密度2.61，F.M2.30）		—
	S2	本部半島産砕砂（表乾密度2.66，F.M3.00）	本部半島産砕砂（表乾密度2.66，F.M2.90）	本部半島産砕砂（表乾密度2.65%，F.M3.10）
	F2	フライアッシュⅡ種（株）ジェイ・ック石川カンパニー，密度2.30）		フライアッシュⅡ種（株）ジェイ・ック石川カンパニー，密度2.41）
粗骨材	G1	本部半島産砕石2005（表乾密度2.70，実績率59.0%）		本部半島産砕石2005（表乾密度2.71，実績率59.0%）
	G2	本部半島産砕石4020（表乾密度2.70，実績率61.0%）		—
混和剤	高性能AE減水剤（Ⅰ種）シ-カメントJR		高性能AE減水剤（Ⅰ種）シ-カメント1100NTR	

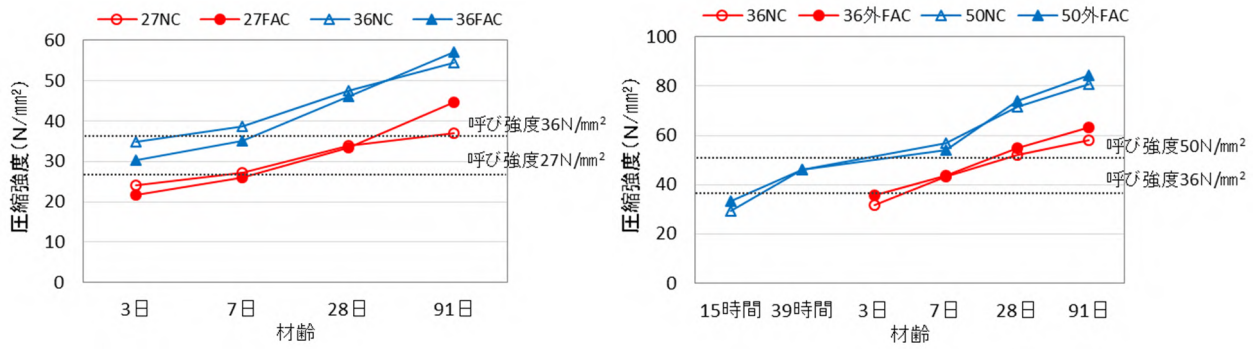


図 8.5 室内配合試験における各配合圧縮強度試験結果（左図：下部工、右図：上部工）

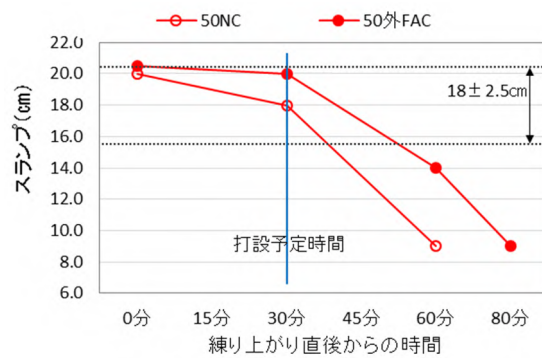


図 8.6 実機配合試験における上部工 50N/mm²NC と FAC のスランプ経時変化

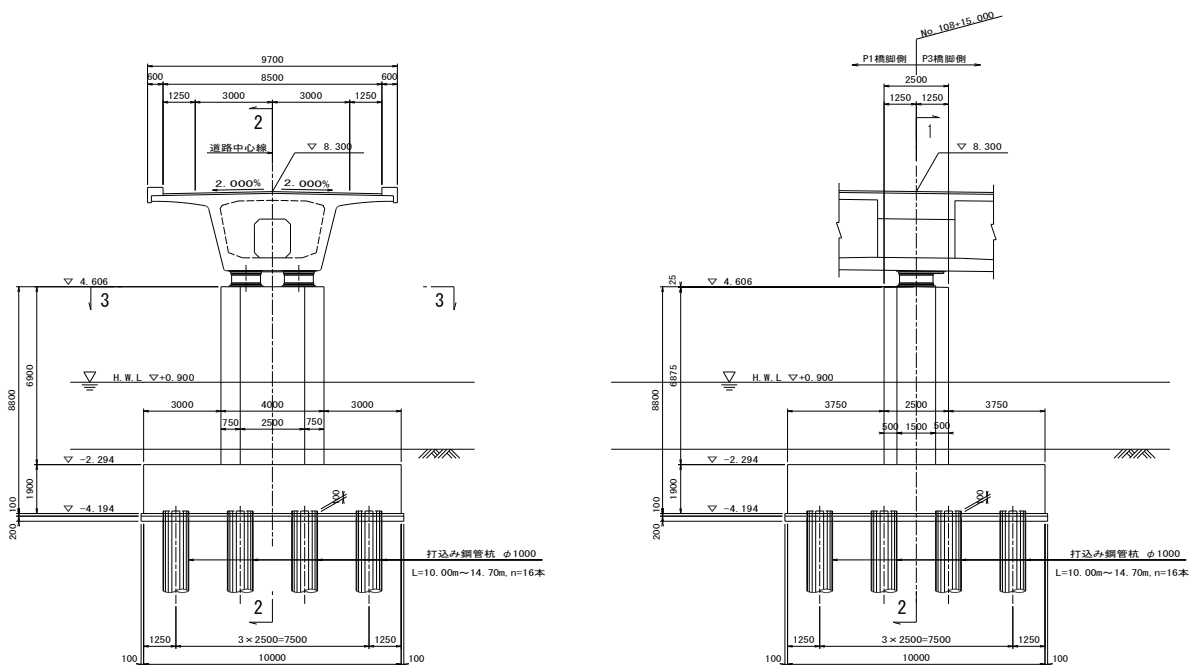


図 8.7 本体橋梁部 一般部（正面図、側面図）



写真 8.4 本体橋梁部 上部工（PC箱桁セグメント）打込み状況



写真 8.5 本体橋梁部 下部工（橋脚）打込み状況

■ FACの特徴や注意点について

《製造者コメント》

① 生コン性状

- ・ 下部工配合は空気量を規定しなければ、全く問題なく製造出荷出来る生コンだった
- ・ NCに比べてFACの強度伸び率が高かった

② プラント設備

- ・ FAをサイロへ投入する際にセメントと入れ間違いを防止するため、投入口を鍵付きにし、FA品質管理者を選任して管理した
- ・ FACの通常出荷に対応すべきサイロ等設備を増設した
- ・ NCとFACの出荷が重なる場合、プラント内部は洗浄せずに交互に出荷しても生コン性状に特に影響はなかった

《施工者コメント》

● 下部工

① 打込み・締固め・仕上げ

(A社)

- ・ スランプロスが少なかった
- ・ FAC は表面が滑らかでありながら、粘性もあるためバイブレータが効いているか分からず、締固めが難しかった
- ・ クリアの高い橋脚を5ロットに分けて打込みしたが、打ち継ぎ目は殆ど分からなかった
- ・ 硬化が早く、粘性があったため仕上げにくかった（左官業者より）

(B社)

- ・ バイブレータが良く効くように感じた
- ・ ブリージングが多く感じた

● 上部工

① 打込み・締固め・仕上げ

- ・ スランプロスが少なく、炎天下の中でも 250m³/日の打込みが順調に行えた
- ・ NC よりも打込みしやすかった

【施工事例3】 那覇大橋（現在架替え中）

那覇大橋は、現橋の老朽化に伴い現在架け替え工事が実施されており、下部工（橋脚・橋台）でフライアッシュコンクリート（FAC）が使用されている。FAC 配合は、30N/mm² および 36N/mm² の内割り+外割り配合 FAC で、伊良部大橋下部工の 27N/mm² 内割り+外割り配合 FAC の考え方を基本に検討された配合である。

表 8.8 工事概要

路線名	那覇内環状線
適用部位	下部工（橋脚、橋台）
使用配合	30-12-20（橋脚柱部、橋台） 36-12-20（橋脚梁部）
FA使用目的	塩害、ASR、温度応力抑制
打設方法	ポンプ圧送
配合タイプ	内割り+外割り配合 空気量2.0%



図 8.8 位置図（那覇市）



写真 8.6 完成予想図

表 8.9 配合表

配合名	コンクリート製造工場	設計基準強度 f'ck (N/mm ²)	目標SL (cm)	骨材最大寸法 Gmax (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単位数 (kg/m ³)								
							セメント	水	細骨材			粗骨材		混和剤	
							C	フライアッシュ F1	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad
30FAC	A工場	30	12	20	48.5	48.6	278	69	168	514	352	21	967	-	6.94
	B工場				48.5	48.7	278	69	168	173	700	21	964	-	2.95
	C工場				46.5	45.6	293	73	170	423	347	21	972	-	6.13
36FAC	A工場	36	12	20	42.0	45.4	328	82	172	462	317	18	988	-	7.18
	C工場				39.0	45.2	357	89	174	422	345	11	972	-	9.10

表 8.10 使用材料

コンクリート製造工場		A工場	B工場	C工場
セメント		普通ポルトランドセメント (太平洋セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (琉球セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (琉球セメント㈱製, 密度3.16)
混和材	F1	フライアッシュⅡ種(㈱ｼﾞｬｲﾍﾞｯｸ石川ｶﾝﾊﾟﾆｰ, 密度2.44)		
水		上水道水	地下水	上水道水・回収水(上澄水)
細骨材	S1	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, F.M2.25)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, F.M2.40)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, F.M2.30)
	S2	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.67, F.M2.90)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.64, F.M3.10)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.65, F.M3.10)
	F2	フライアッシュⅡ種(㈱ｼﾞｬｲﾍﾞｯｸ石川ｶﾝﾊﾟﾆｰ, 密度2.44)		
粗骨材	G1	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率60.2%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率60.0%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率59.0%)
	G2	-		
混和剤		AE減水剤(ｸﾞﾗｾﾞﾑ)	AE減水剤(ﾏｽﾀｰﾎﾟﾘﾃﾞｯﾄ)	AE減水剤(ﾏｽﾀｰﾎﾟﾘﾃﾞｯﾄ)

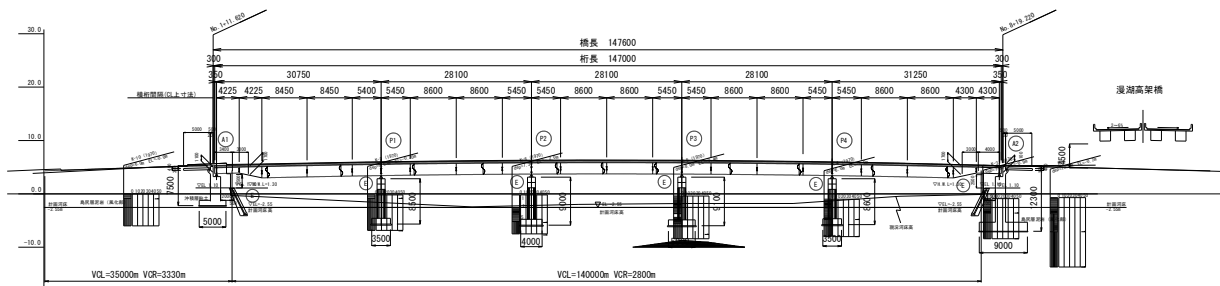


図 8.9 橋梁全体一般図（側面図）

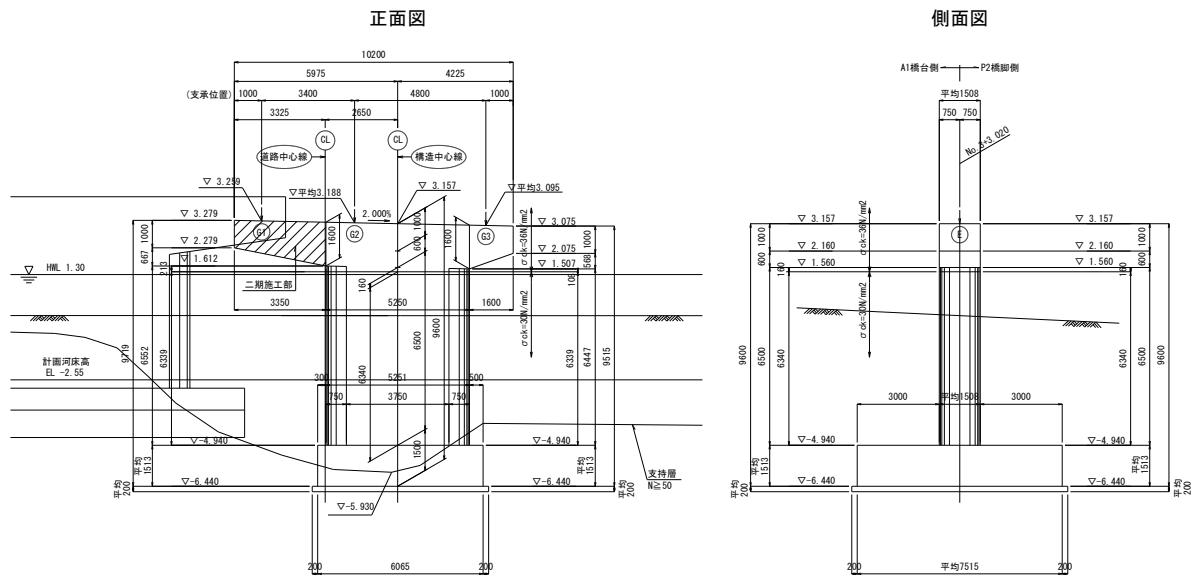


図 8.10 下部工 P1 橋脚 構造図（正面図、側面図）



写真 8.7 下部工橋脚 打設状況



写真 8.8 施工状況

■ FACの特徴や注意点について

《製造者コメント》

- ・ 配合FAを混和させることで単位水量を低減させることができる
- ① 生コン性状
 - ・ 時間が経つと粘性が強くなり、空気を巻き込みやすくなる
 - ② プラント設備
 - ・ 事前にサイロを増設してブロアー及び空気輸送管も設置していたため、FACへの対応はスムーズだった

《施工者コメント》

- ① 打込み・締固め・仕上げ
 - ・ 生コン工場からの事前情報で流動性が十分あると聞いていたが、施工性を考慮し、出来るだけ練り直後のスランプを高めめに要求した
 - ・ ブリージングは少なく感じた
 - ・ FACを経験している左官業者であったため、仕上げは順調に行えた

【施工事例4】 南部東道路橋梁（現在整備中）

南部東道路では、橋梁下部工、ボックスカルバートなどの構造物において、那覇大橋下部工（橋脚・橋台）と同じ $30\text{N}/\text{mm}^2$ 内割り+外割り配合FACが採用されている。また、橋梁上部工では、これまでに $36\text{N}/\text{mm}^2$ および $40\text{N}/\text{mm}^2$ の外割り配合FAC、壁高欄で $36\text{N}/\text{mm}^2$ 内割り+外割り配合FACが採用されている。

表 8.11 工事概要

路線名	南部東道路
適用部位	上部工（ポストテンションT桁、床版、間詰めなど） 下部工（橋脚、橋台）
使用配合	上部工 40-18-20（ポストテンションT桁） 36-18-20（床版） 36-12-20（間詰め、横桁） 30-18-20（壁高欄） 下部工 30-12-20（橋脚、橋台） 擁壁工 30-12-20 ボックスカルバート 30-12-20
配合タイプ	40-18-20 外割り配合 ※細骨材砕砂のみ 36-18-20 外割り配合 ※細骨材砕砂のみ 36-12-20 外割り配合 ※細骨材砕砂のみ 30-18-20 内割り+外割り配合 ※空気量2.0% 30-12-20 内割り+外割り配合 ※空気量2.0%
FA使用目的	下部工 塩害、ASR、温度応力抑制 上部工 施工性の確保
打設方法	ポンプ圧送

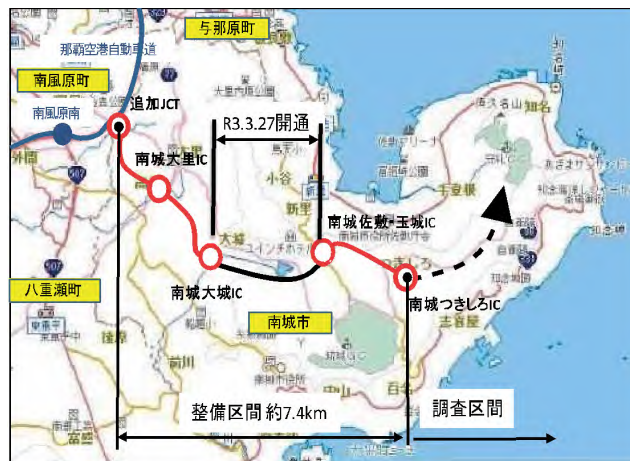


図 8.11 位置図（「沖縄県の道路」より）



那覇空港自動車道直接連結(追加 IC)整備イメージ



大城ダム付近

写真 8.9 整備イメージと暫定供用区間（「沖縄県の道路」より）

表 8.12 配合表

配合名	構造物	コンクリート製造工場	設計基準強度 f'ck (N/mm ²)	目標 SL (cm)	骨材最大寸法 Gmax (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)									
								セメント		混和材	水	細骨材			粗骨材		混和剤
								C	フライアッシュ F1	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad	
30FAC (30-12-20)	橋脚 橋台 擁壁 BOX カルバート	A工場	30	12	20	48.0	44.1	282	70	169	546	239	20	1031	-	3.34	
		B工場				49.0	47.1	278	69	170	588	252	21	977	-	2.08	
		C工場				48.5	47.6	277	69	168	590	253	21	983	-	2.42	
		D工場				47.5	48.0	283	71	168	695	171	19	964	-	2.98	
30FAC (30-12-20)	壁高欄	C工場	30	18	20	48.5	47.1	297	74	180	552	237	20	964	-	2.60	
40外FAC	上部工桁	A工場	40	18	20	40.0	46.7	412	-	165	-	803	30	932	-	2.68	
36外FAC	床版	C工場	30	18	20	43.0	48.6	393	-	169	-	827	30	918	-	2.55	
36外FAC	間詰・横桁	D工場	36	12	20	43.0	47.1	368	-	158	-	829	35	954	-	2.12	

表 8.13 使用材料

コンクリート製造工場		A工場	B工場	C工場	D工場
セメント		普通ポルトランドセメント (琉球セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (宇部三菱セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (宇部三菱セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (琉球セメント㈱製, 密度3.16)
混和材	F1	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.31)	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.40)	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.29)	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.52)
水		上水道水・回収水 (上澄水)	工業用水	工業用水	工業用水
細骨材	S1	東村新川産 海砂 (表乾密度2.59, FM2.40)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.59, FM2.30)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, FM2.30)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, FM2.40)
	S2	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.66, FM2.90)	名護市安和産 砕砂 (表乾密度2.67, FM2.80)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.66, FM3.30)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.64, FM3.10)
	F2	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.31)	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.40)	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.29)	フライアッシュⅡ種 (㈱ゾエベック石川カガニ, 密度2.52)
粗骨材	G1	国頭村半地産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率58.0%)	名護市安和産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率59.3%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率58.0%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率60.0%)
	G2	-			
混和剤		AE減水剤 (チューボール)	AE減水剤 (ダラセム)	AE減水剤 (チューボール)	AE減水剤 (マスターリトド)

< 佐敷・玉城 IC 橋（下部工） >

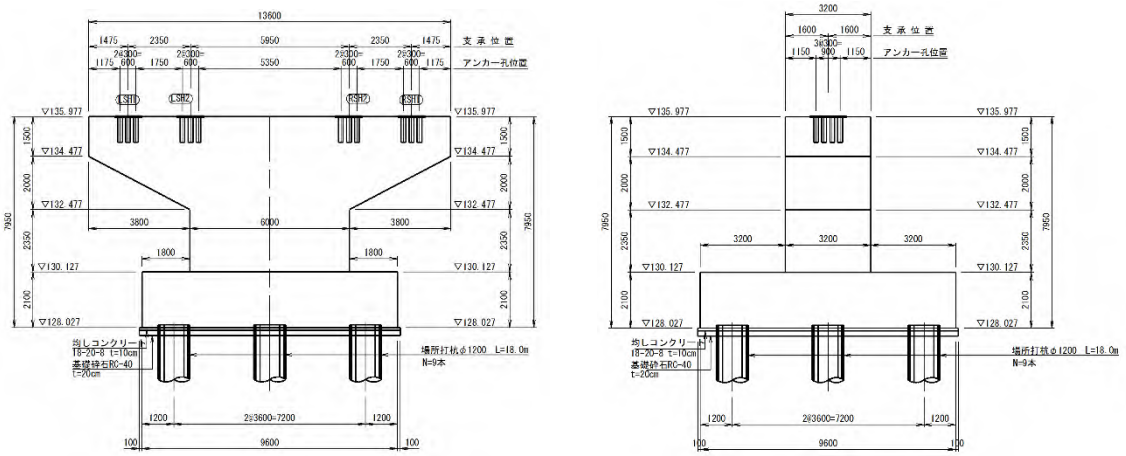


図 8.12 佐敷・玉城 IC 橋 下部工 P1 橋脚（正面図、側面図）



写真 8.10 佐敷・玉城 IC 橋 下部工（左：P1 橋脚、右：A1 橋台）

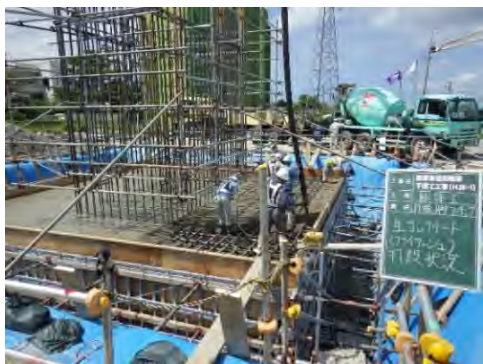


写真 8.11 P1 橋脚 打込み状況



写真 8.12 散水養生状況

< 大城ダム3号橋-1（上部工） >

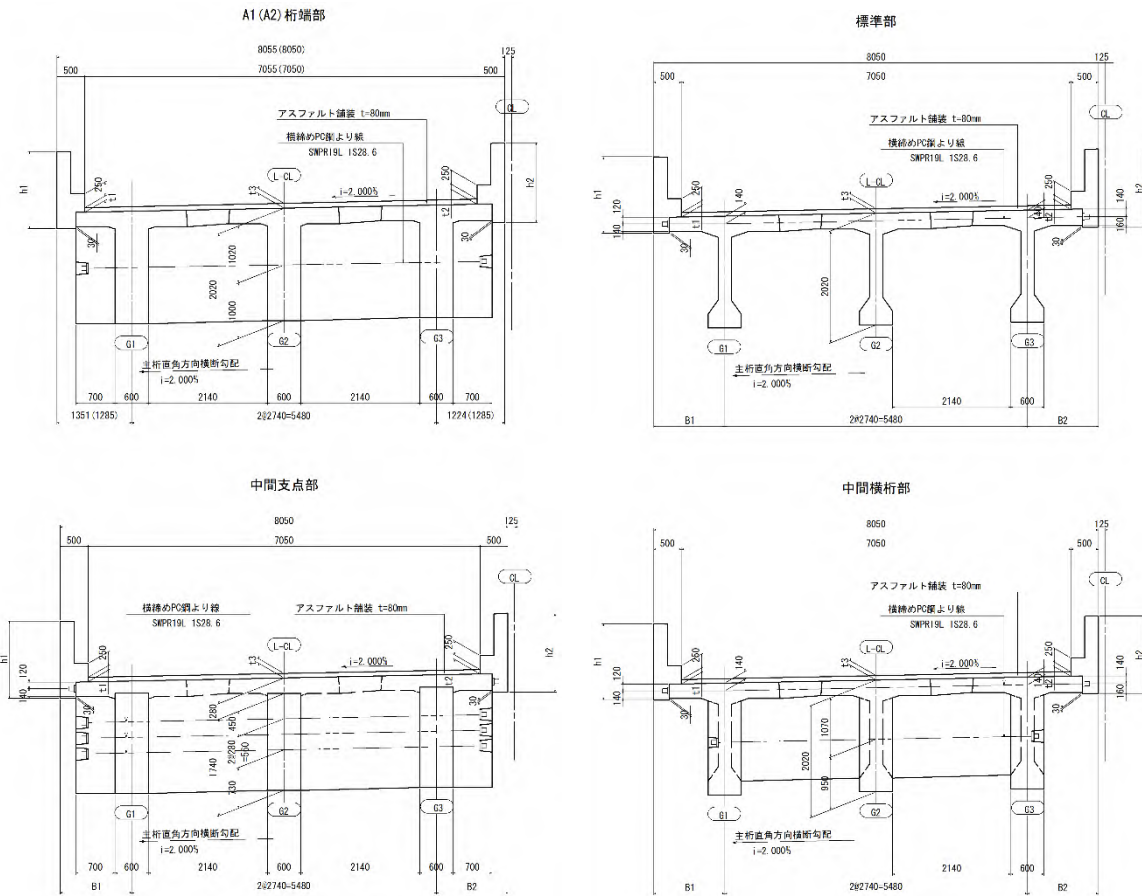


図 8.13 上部工構造一般図（断面図）



図 8.13 鉄筋組立状況



図 8.14 打設状況



図 8.15 型枠バイブレータによる締固め状況



図 8.16 マット散水養生

■ FACの特徴や注意点について

《製造者コメント》

① 配合

- ・ FAを混和させることで単位水量を低減させることができる
- ・ 空気量の規定がなければ、管理がしやすい

② 生コン性状

- ・ FACはスランプロスが少ない
- ・ FACは強度管理材齢を56日と長くしたほうが良い

③ プラント設備

- ・ 通常の計量器の大きさとFA20kgを計量すると誤差が出る可能性が高いため、セメントと累加計量したほうが良い

④ その他

- ・ 特記仕様書等における指定事項では、単位水量や水セメント比（水結合材比）を明確に記載してほしい
- ・ 細骨材率等については各工場で調整させてもらいたい

《施工者コメント》

① 打込み・締固め・仕上げ

- ・ 普通コンクリートと変わらないイメージだった
- ・ バイブレータは、棒タイプと壁タイプを使用した
- ・ ブリージングが少なく仕上げが早かった

② 脱型・養生

- ・ 脱型時期を明確にしたほうが良い
※当該工事の型枠存置期間は、柱部は2週間、梁下部は4週間とした
- ・ 乾燥防止対策として、脱型後に保水養生テープを設置

《発注者コメント》

① 打込み・締固め・仕上げ

- ・ FACの経時変化を把握しない状態で配車計画を行い、施工性の悪い生コンを打設し、打ち重ね線が生じる事例が確認されていることから、練り直しから現場着、現場着から打ち上がり（想定）の経時変化を把握した上で配車計画を行う方が良い

【施工事例5】 新本部大橋（国道449号）

新本部大橋では、下部工（橋脚・橋台）および地覆コンクリートにおいて、 $27\text{N}/\text{mm}^2$ 内割り＋外割り配合タイプ、取付道路部の重力式擁壁には $21\text{N}/\text{mm}^2$ の内割り＋外割り配合タイプ、A1橋台背面のボックスカルバートでは $30\text{N}/\text{mm}^2$ の内割り＋外割り配合タイプのFACが用いられている。

表 8.14 工事概要

路線名	国道449号
適用部位	上部工（地覆） 下部工（橋脚、橋台） 重力式擁壁、ボックスカルバート
使用配合	27-12-40（橋脚、橋台、地覆） 30-12-20（ボックスカルバート） 21-12-40（重力式擁壁）
配合タイプ	27-12-40 内割り＋外割り配合 ※空気量2.0% 30-12-20 内割り＋外割り配合 ※空気量2.0% 21-12-40 内割り＋外割り配合 ※空気量4.5%
FA使用目的	塩害、ASR、温度応力抑制
打設方法	ポンプ圧送、バケット



図 8.14 位置図



写真 8.17 橋梁全景



写真 8.18 A2 橋台側から撮影



写真 8.19 地覆コンクリート



表 8.20 重力式擁壁



表 8.21 ボックスカルバート

表 8.15 配合表

配合名	設計基準強度 f'ck (N/mm ²)	目標 SL (cm)	骨材最大寸法 Gmax (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単体量 (kg/m ³)								
						セメント	混和材	水	細骨材			粗骨材		混和剤
						C	フライ アッシュ F1	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライ アッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad
21FAC	21	12	40	58.0	44.6	209	55	153	328	503	13	635	423	1.98
27FAC	27	12	40	49.5	38.6	251	65	156	274	420	25	679	453	1.58
30FAC	30	12	20	48.5	46.4	279	70	169	331	508	17	994	—	2.79

表 8.16 使用材料

セメント		普通ポルトランドセメント（琉球セメント(株)製，密度3.16）
混和材	F1	フライアッシュⅡ種（株）ジェイ・エック石川カンパニー，密度2.38）
水		地下水・上澄水
細骨材	S1	東村新川産 海砂（表乾密度2.60，F.M1.98）
	S2	本部半島産 砕砂（表乾密度2.66，F.M2.95）
	F2	フライアッシュⅡ種（株）ジェイ・エック石川カンパニー，密度2.38）
粗骨材	G1	本部半島産 砕石2005（表乾密度2.70，実績率59.0%）
	G2	本部半島産 砕石4020（表乾密度2.70）
混和剤		高機能AE減水剤標準形（Ⅰ種）シーカメントJS

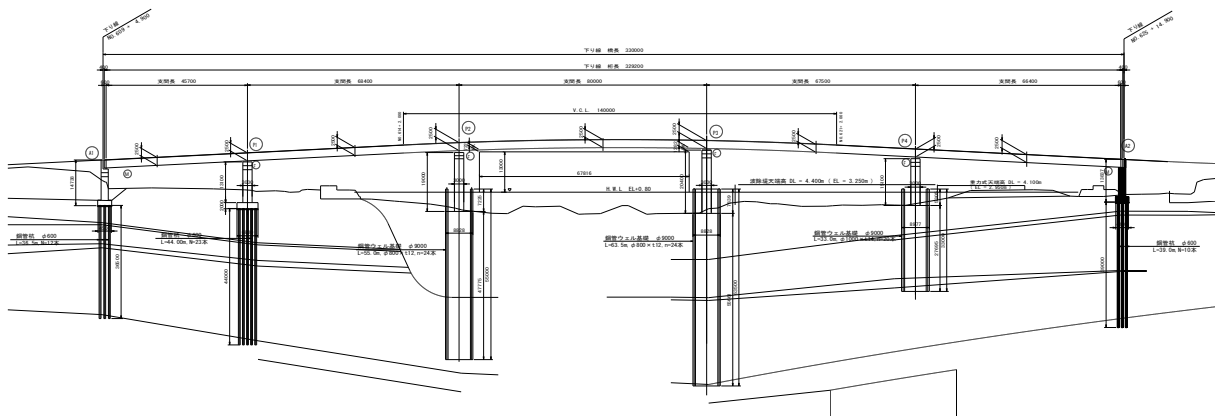


図 8.15 橋梁全体一般図（側面図）

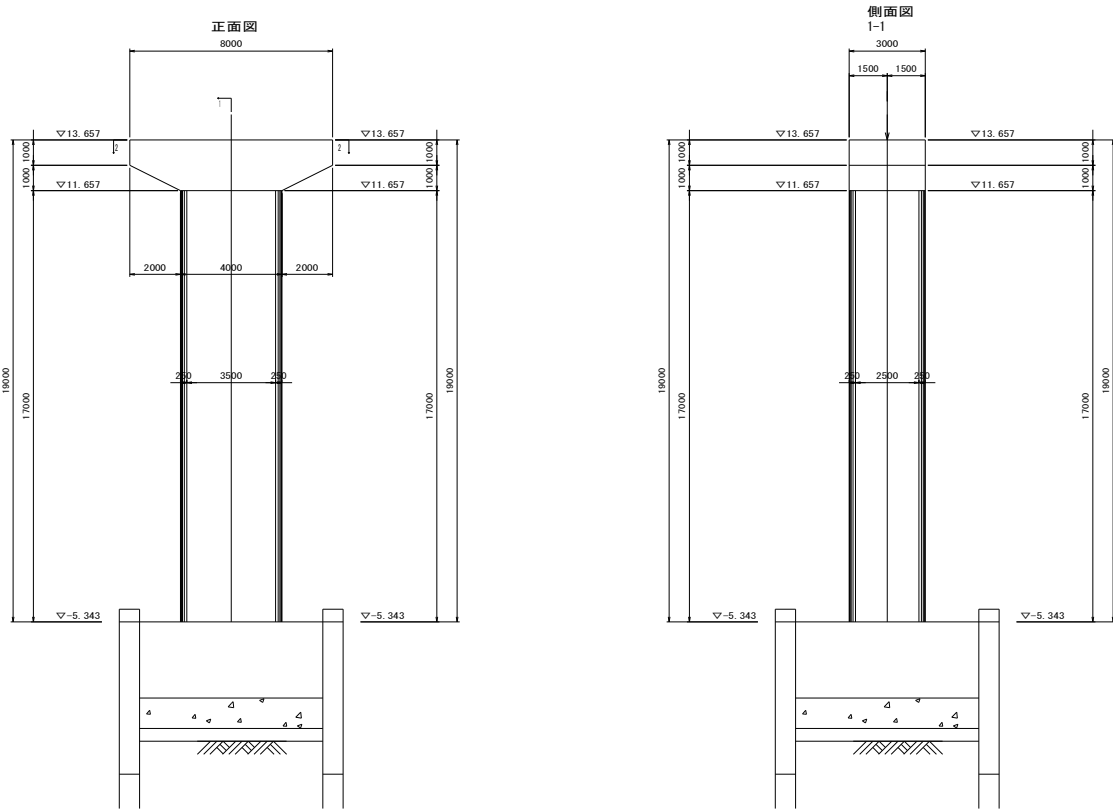


図 8.16 下部工 P2 橋脚（正面図、側面図）

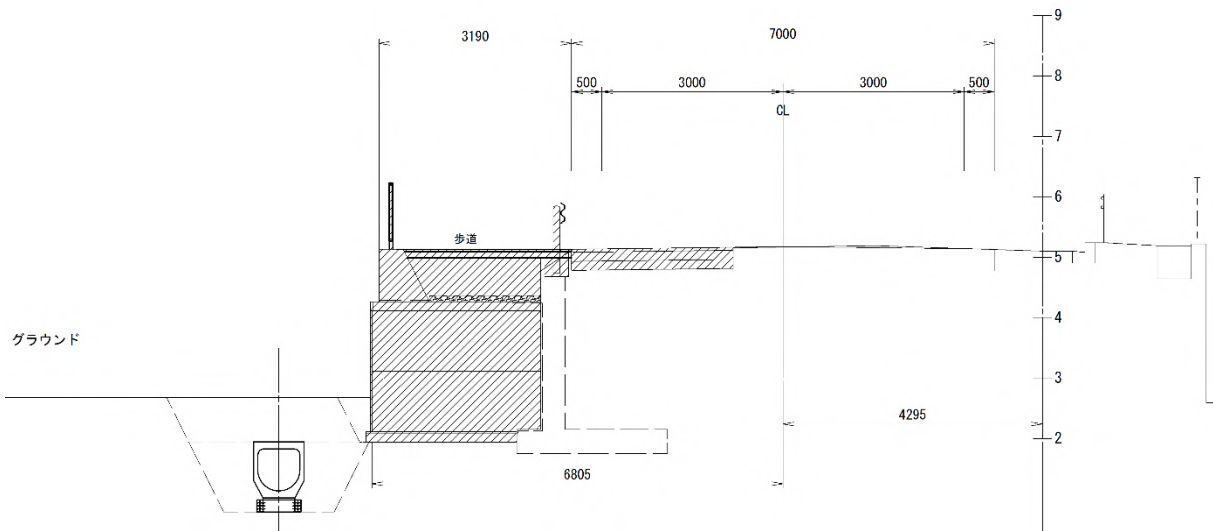
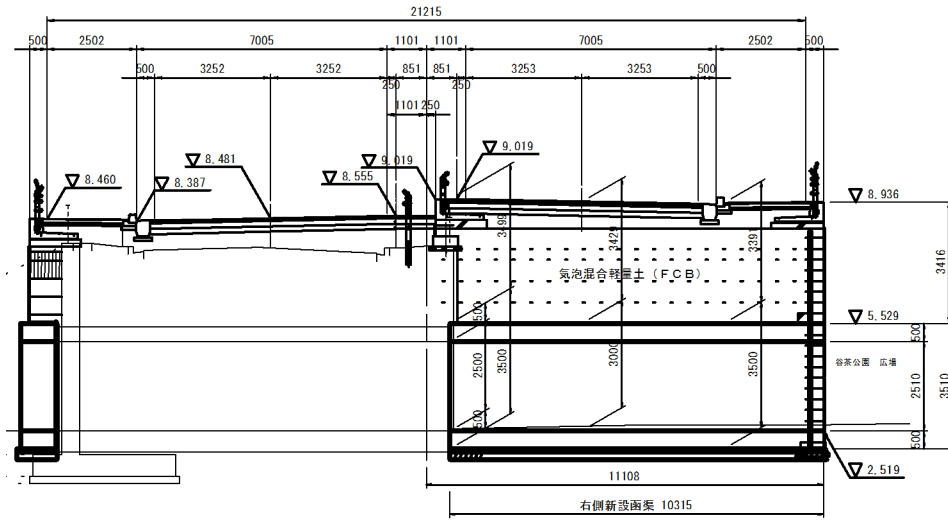


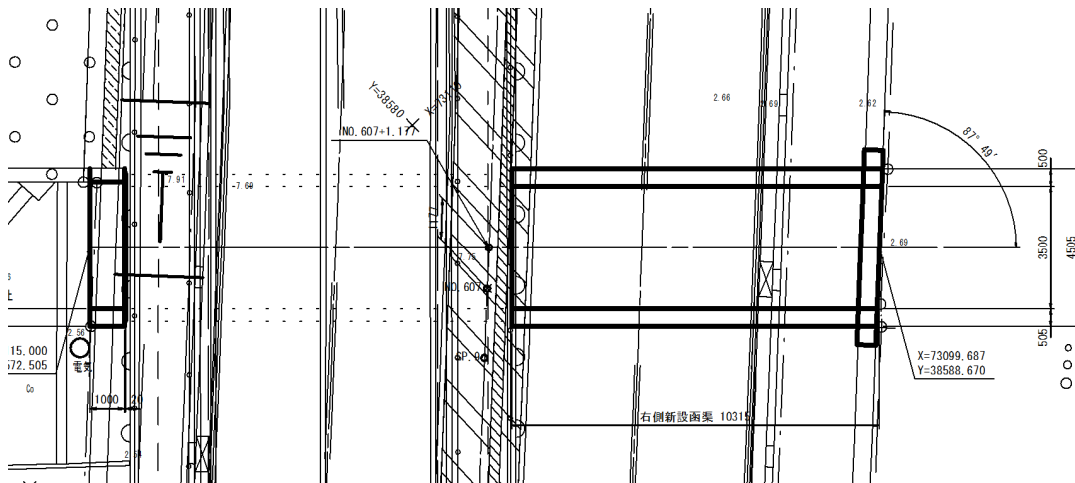
図 8.17 重力式擁壁 標準断面図

側面図

S=1:100



平面図



標準断面図

S=1:100

現況断面

設計有垂L=20

新設断面

設計有垂L=25

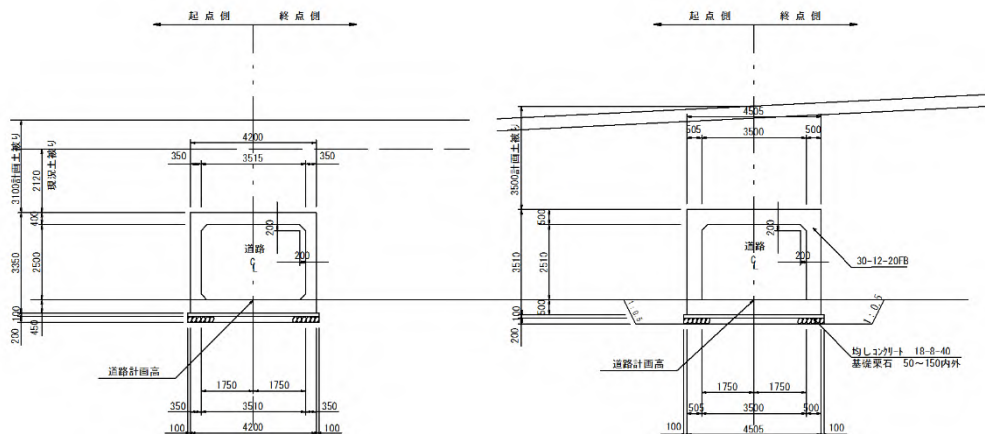


図 8.18 A1 橋台側 右側函渠工一般図



写真 8.22 橋脚打設状況

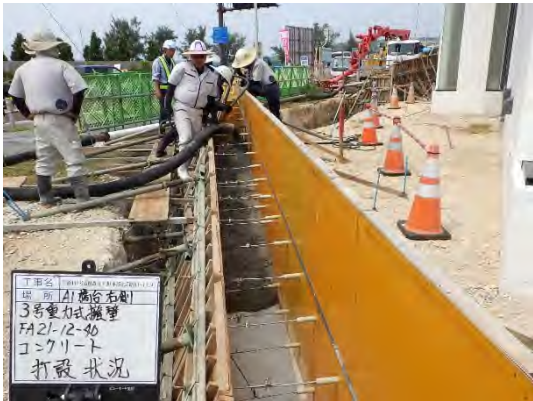


写真 8.23 重力式擁壁打設状況

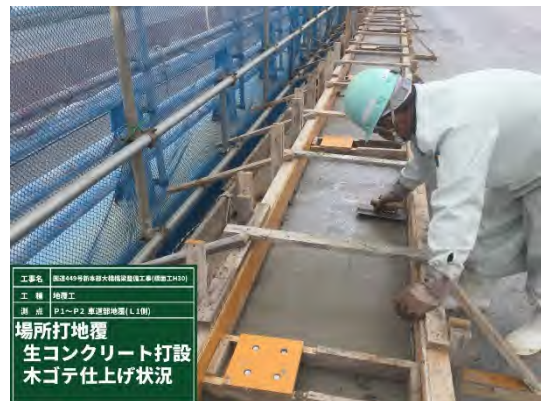


写真 8.24 地覆コンクリート打設状況



写真 8.25 ボックスカルバート打設状況

■ FAG の特徴や注意点について

《製造者コメント》

① 配合

- ・ 伊良部大橋下部工配合を参考にしたため、工場保有の $27\text{N}/\text{mm}^2\text{NC}$ 配合から単位水量を $10\text{kg}/\text{m}^3$ 減とした
- ・ セメント+FA と細骨材の粒径差で材料分離を起こさないよう、細かい砕砂を使用した
- ・ 構造物の部位に適したスランプであった

② その他

- ・ 脱型後のコンクリート表面の状態が非常にいいと感じた

《施工者コメント》

① 打込み・締固め・仕上げ

- ・ 伊良部大橋での施工経験があったので、流動性・充てん性が良いことを把握していたため、特に問題なく施工できた
- ・ ブリージングは少なく感じた
- ・ 左官業者に事前に現場状況を確認させていたので、仕上げは順調に行えた

【施工事例6】 桃原橋

桃原橋は、宮城島と平安座島を結ぶ海上橋であり、供用開始から40年以上経過した時点で顕著な塩害劣化が発生していたことから架け替えとなった。新橋の下部工では、那覇大橋下部工（橋脚・橋台）を参考に30N/mm²内割り+外割り配合フライアッシュコンクリート（FAC）が用いられている。また、上部工では、桁下のクリアランス確保、および接続道路との縦断線形の縛りから、桁高を抑えるため60N/mm²の内割り配合FACが採用されている。

表 8.17 工事概要

路線名	伊計平良川線
適用部位	上部工（主桁） 下部工（橋脚、橋台）
使用配合	60-50-20（主桁） 30-12-20（橋脚、橋台）
FA使用目的	塩害、ASR、温度応力抑制
打設方法	上部工 バケット打ち 下部工 ポンプ圧送
その他	空気量2.0%



写真 8.26 桃原橋

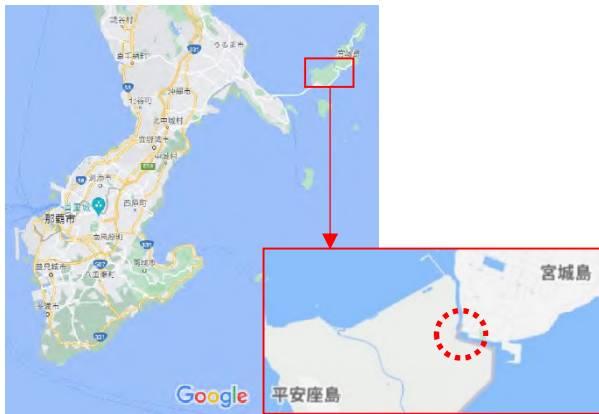


図 8.19 位置図（うるま市）

表 8.18 配合表

配合名	設計基準強度 f'ck (N/mm ²)	目標 SL・SLF (cm)	骨材最大寸法 Gmax (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単位数 (kg/m ³)								
						セメント C	混和材 フライアッシュ F1	水 W	細骨材			粗骨材		混和剤 Ad
									海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	
60内FAC	60	50	20	32.0	36.0	410	90	160	376	251	-	1129	-	4.25
30FAC	30	12	20	48.5	46.3	277	69	168	493	328	21	1010	-	1.97

表 8.19 使用材料

配合名		60内FAC	30FAC
セメント		普通ポルトランドセメント (琉球セメント(株)製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (太平洋セメント(株)製, 密度3.16)
混和材	F1	フライアッシュII種 (株式会社石川カンパニー, 密度2.44)	フライアッシュII種 (株式会社石川カンパニー, 密度2.45)
水		上水道水	地下水
細骨材	S1	東村新川産 海砂 (表乾密度2.61, F.M2.15)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, F.M2.30)
	S2	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.67, F.M3.16)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.65, F.M2.95)
	F2	-	フライアッシュII種 (株式会社石川カンパニー, 密度2.45)
粗骨材	G1	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.71, 実績率60.1%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率59.0%)
	G2	-	
混和剤		AE減水剤 (チューボール)	AE減水剤 (マスターボリート)

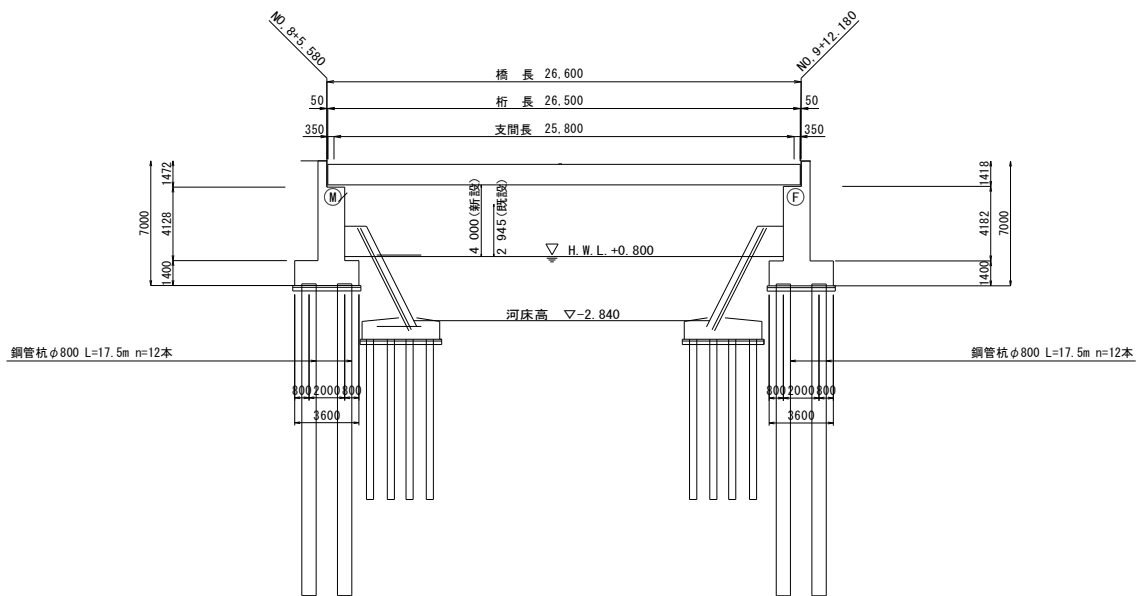


図 8.20 橋梁全体一般図 (側面図)

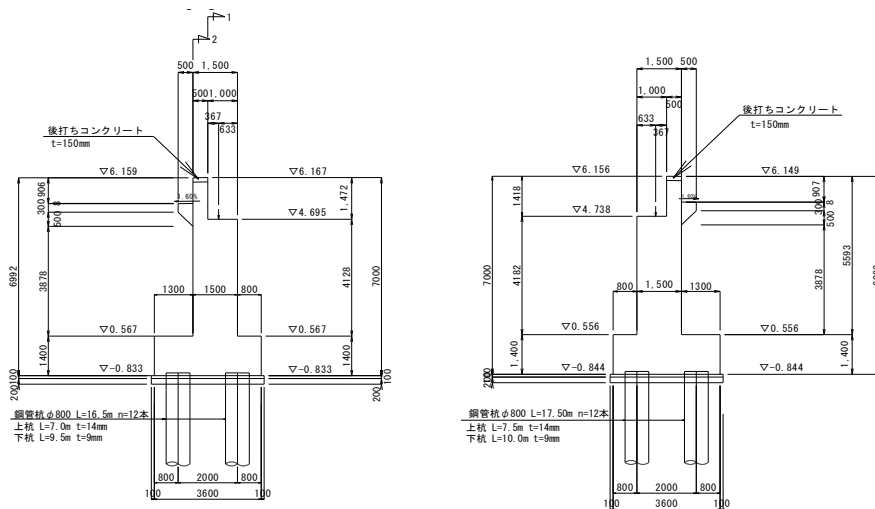


図 8.21 下部工 側面図 (左: A1 橋台、右: A2 橋台)

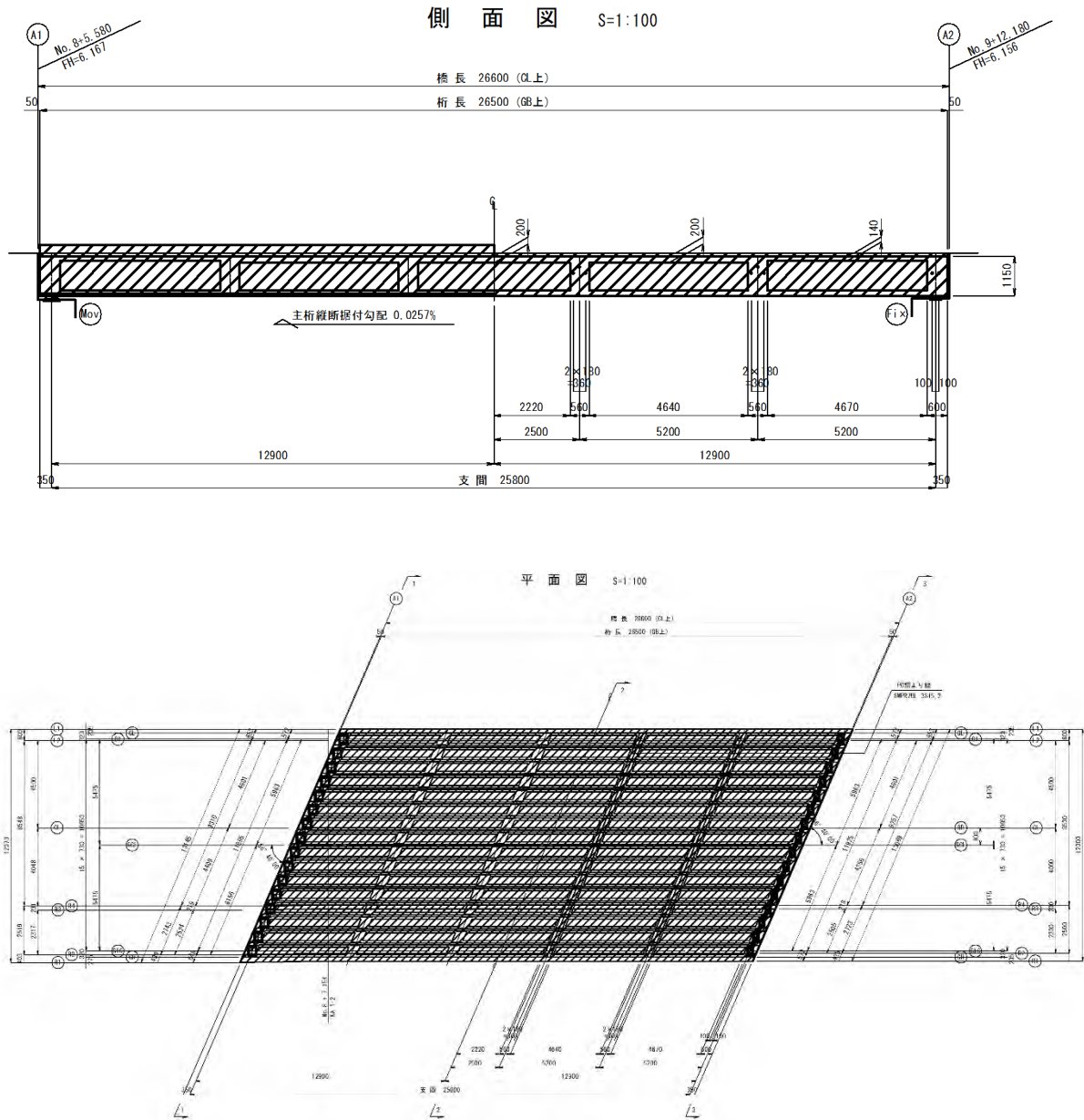
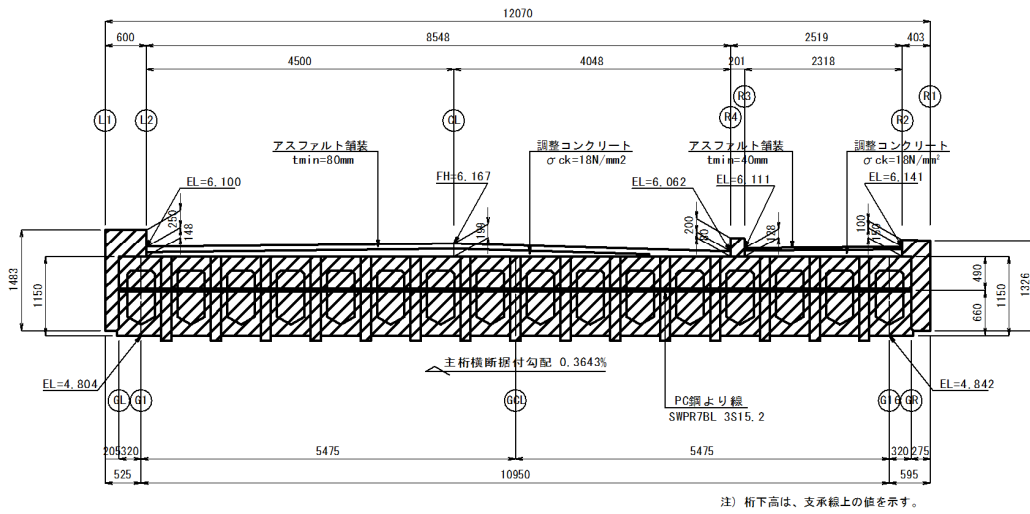


図 8.22 上部工構造一般図（その1）

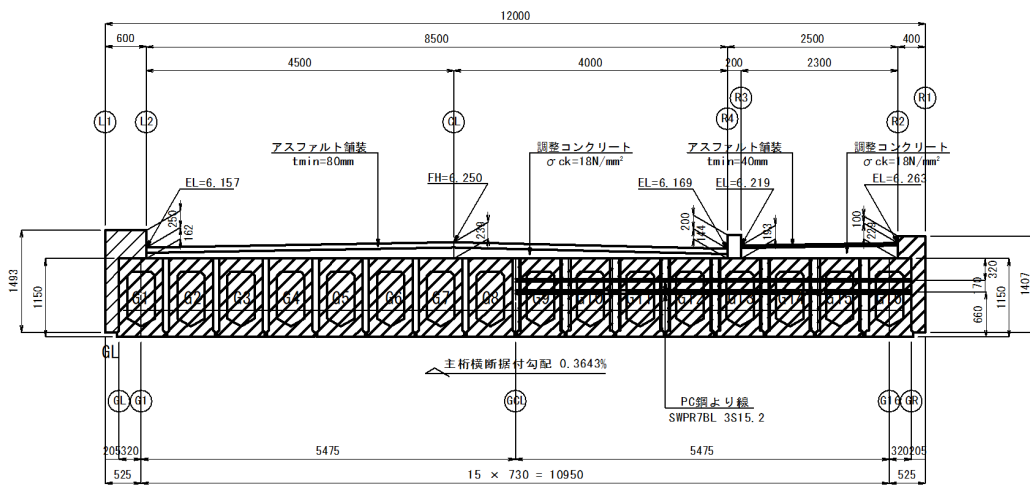
断面図 S=1:50

桁端部 (1-1)

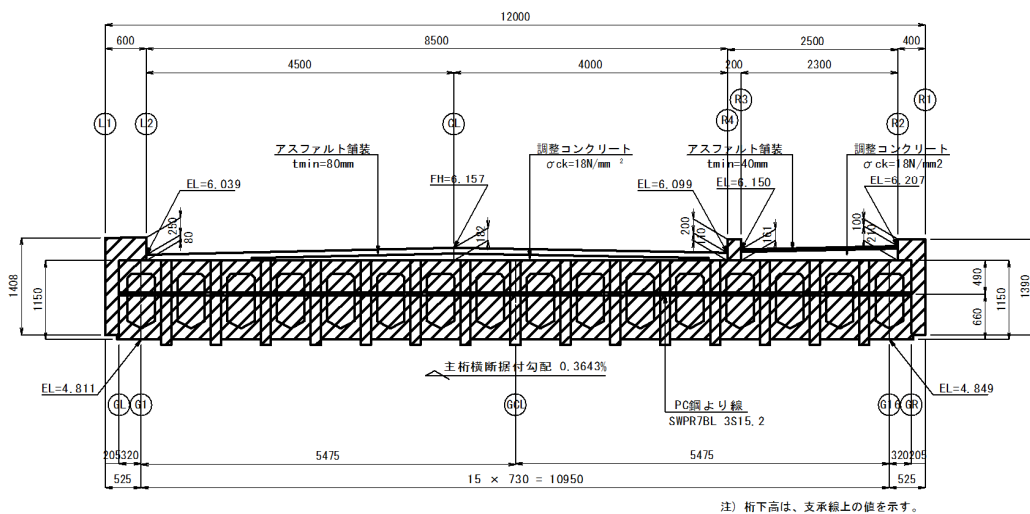


注) 桁下高は、支承線上の値を示す。

中央部 (2-2)



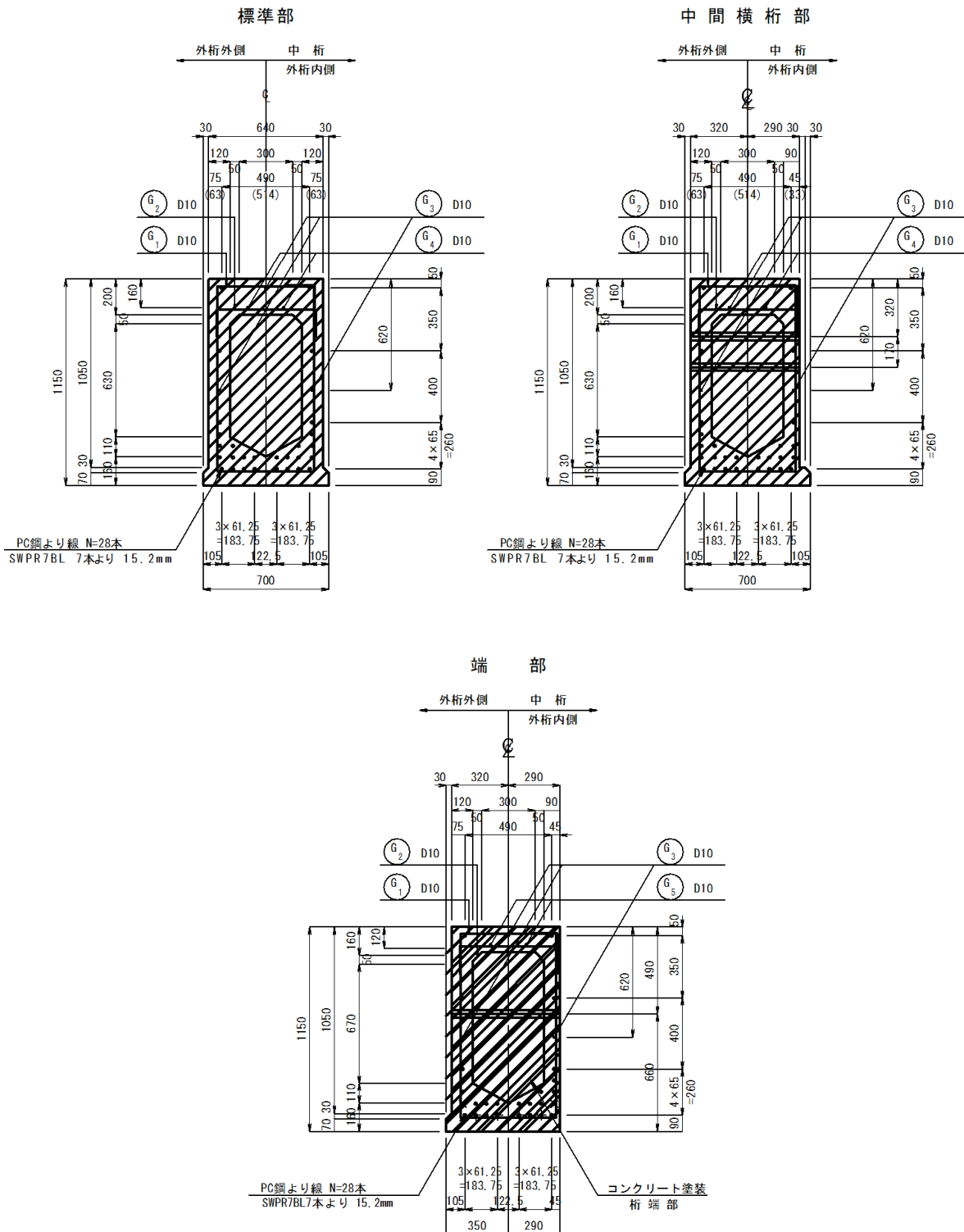
桁端部 (3-3)



注) 桁下高は、支承線上の値を示す。

図 8.23 上部工構造一般図 (その 2)

主桁断面図 S=1:20
 (BS24-S 相当)



注) 鋼材端部処理を適切に行い、端部断面は
 全面コンクリート塗装とする。

図 8.24 主桁断面図



写真 8.27 上部工桁架設状況



写真 8.28 吊り金具切断状況

写真 8.29 間詰めコンクリート打設状況

■ FACの特徴や注意点について

《製造者コメント》

- ① 配合
 - ・ FAを混和させることで単位水量を低減させることができる
- ② 運搬
 - ・ 運搬時間が40～50分とスランプロスが懸念されたが、ロスが少ない良い生コンだった
- ③ プラント設備
 - ・ 計量ビンを15t×2基から10t×3基へ更新して対応した

《施工者コメント》

- ① 打込み・締固め・仕上げ
 - ・ スランプを12cmとしたため、問題なく打込みできた
 - ・ ブリージングが少なかった
- ② 脱型・養生
 - ・ 5日脱型で、脱型後7日間はマット散水養生を行った
 - ※ 散水は、5回/日

【施工事例7】 泡瀬連絡橋（仮）（現在工事中）

本橋は、県道20号線泡瀬工区の橋梁で、泡瀬地区開発事業で整備する人工島と沖縄本島東海岸を結ぶ海上橋である。下部工では、 $30N/mm^2$ の内割り+外割り配合FACが用いられており、上部工には $50N/mm^2$ の外割り配合FACが採用されている。なお、上部工では伊良部大橋よりさらに高密配筋かつウェブ内にシース管が配置されていることなどから、スランプを $18\pm 2.5cm$ から $20\pm 2.0cm$ に上げた高流動の外割り配合タイプのFACが用いられている。

表 8.20 工事概要

路線名	県道20号線
適用部位	上部工（中空床版（A1-P6間）、PC箱桁（P7-A2間）、間詰め・横桁、地覆） 下部工（橋脚、橋台）
使用配合	上部工 50-20-20（中空床版（A1-P6間）、PC箱桁（P7-A2間）） 30-12-20（間詰め、横桁、地覆） 下部工 30-12-20（橋脚、橋台）
配合タイプ	50-20-20 外割り配合 ※細骨材砕砂のみ、空気量2.0% 30-12-20 内割り+外割り配合 ※空気量2.0%
FA使用目的	下部工 塩害、ASR、温度応力抑制 上部工 施工性の確保
打設方法	ポンプ圧送



図 8.25 位置図



図 8.26 完成イメージ図（一般県道20号線（泡瀬工区）橋梁整備事業パンフレットより）

表 8.21 配合表

配合名	コンクリート製造工場	設計基準強度 f'ck (N/mm ²)	目標SL (cm)	骨材最大寸法 Gmax (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単体量 (kg/m ³)								
							セメント	混和材	水	細骨材			粗骨材		混和剤
							C	フライアッシュ F1	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad
30FAC	A工場	30	12	20	47.5	47.1	285	71	169	462	378	19	988	-	4.219
	B工場				47.0	49.1	283	70	166	525	350	20	956	-	1.942
	C工場				47.5	45.7	285	71	169	323	485	19	1015	-	3.204
	D・E工場				47.5	48.0	283	70	168	171	695	20	964	-	3.469

配合名	部材	設計基準強度 f'ck (N/mm ²)	目標SL (cm)	骨材最大寸法 Gmax (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単体量 (kg/m ³)								
							セメント	混和材	水	細骨材			粗骨材		混和剤
							C	膨張剤	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad
50FAC	セメント	50	20	20	33.5	48.7	493	-	165	-	812	25	900	-	3.238
	柱頭部	50	20	20	33.5	48.7	473	20	165	-	812	25	900	-	3.238

表 8.22 使用材料

コンクリート製造工場	A工場	B工場	C工場	D・E工場
セメント	普通ポルトランドセメント (三菱マテリアル㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (太平洋セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (太平洋セメント㈱製, 密度3.16)	普通ポルトランドセメント (琉球セメント㈱製, 密度3.16)
混和材	F1	フライアッシュⅡ種 (㈱ジェイック石川カンパニー, 密度2.45)		
水	工業用水	工業用水・回収水 (上澄水)	地下水	D工場: 地下水、E工場: 工業用水
細骨材	S1	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, F.M2.30)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.61, F.M2.30)	東村新川産 海砂 (表乾密度2.60, F.M2.30)
	S2	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.68, F.M3.00)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.66, F.M3.00)	本部半島産 砕砂 (表乾密度2.65, F.M2.95)
	F2	フライアッシュⅡ種 (㈱ジェイック石川カンパニー, 密度2.45)		
粗骨材	G1	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率59.0%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率59.0%)	本部半島産 砕石2005 (表乾密度2.70, 実績率59.0%)
	G2	-		
混和剤	AE減水剤 (シカモト)	AE減水剤 (タラセム)	AE減水剤 (マスターリート)	AE減水剤 (マスターリート)

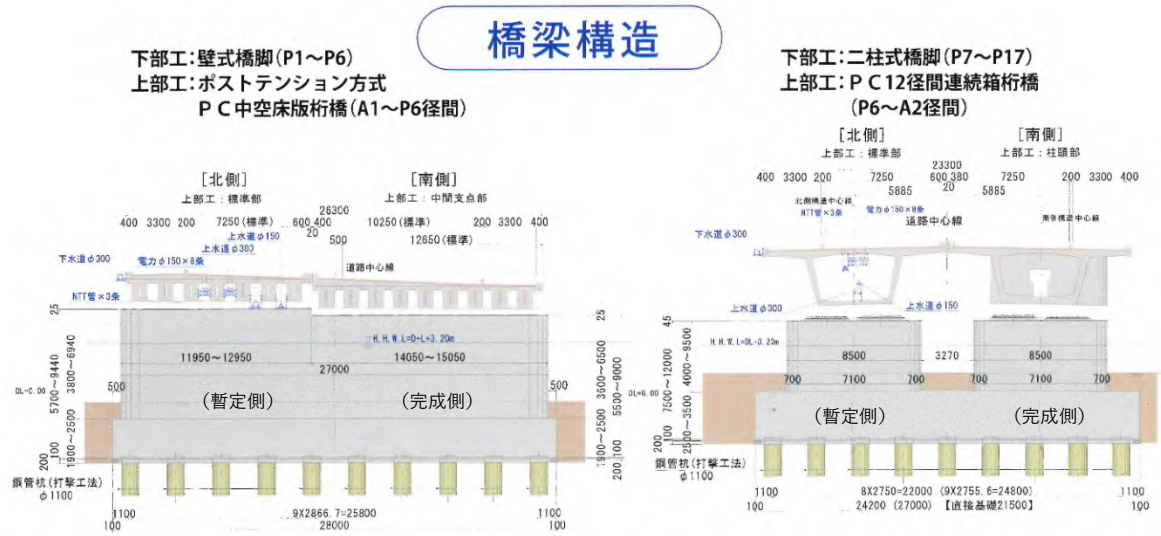


図 8.27 橋梁構造（一般県道 20 号線（泡瀬工区）橋梁整備事業パンフレットより）



写真 8.30 下部工フーチング打設状況



写真 8.31 上部工柱頭部打設状況（左：1Lot 目、右：2Lot 目）



写真 8.32 上部エセグメント打設状況

■ FACの特徴や注意点について

《製造者コメント》

① 配合

(下部工)

- ・ CfFAを使用する場合は、砕砂の量を多めに置換したほうがいい (A2 橋台)
- ・ FAを混和させることで単位水量を低減させることができる
- ・ 圧送性確保のため、細骨材率を大きくした
- ・ 密度や単位水量の変動により生じる容積補完のため骨材の混合割合を変更

(上部工)

- ・ 外割り配合 FACでも単位水量を低減することができる
- ・ 外割り配合 FACは、W/Cが小さくなるため、圧縮強度が高めになる傾向にある

《施工者コメント》

① 打込み・締固め・仕上げ

(下部工)

- ・ 粘性が高いのでポンプ圧送は固く感じるが、バイブレータを掛けると十分流動性がある (圧送業者より)
- ・ 左官工から粘り気があって仕上げにくいとの意見があった
- ・ 仕上げ時は固まるのが遅いが、一旦固まり始めると普通コンクリートに比べ早かった
- ・ FACは打ち込むことにより、平面になりやすいことから締固め忘れがないよう印をつけた
- ・ 強度発現に時間がかかることから、型枠存置期間を長く設定した

(上部工)

- ・ 上部工 $50\text{N}/\text{mm}^2$ では、当初配合スランプ 18 cmではスランプロスが早かった
- ・ ブリージングは少なかった
- ・ 上部工天端などの仕上げ時、乾きが早いと感じるが、仕上げについてはNCとほぼ同じ

《発注者コメント》

① 配合・打込み

（上部工）

- ・ 夏期は直射日光によりアジテータ車に熱が溜まり、スランプの経時変化（スランプロス）が大きくなる。このことから外割配合 FAC の混和材に高性能 AE 減水剤（遅延型）を使用した FAC の夏期配合を検討し、日平均気温 25℃を超える期間に使用している
- ・ コンクリート工場から現場へアジテータ車による 30 分の運搬後にコンクリートの受入試験をクリアしたが、その後 30 分の FAC の性状変化（スランプロス）により PC 上部工の過密配筋＋シース配置の間に FAC が通らず、打設を中止しセグメント桁を廃棄した事例がある。このことから、各コンクリート工場の FAC 配合毎に実機試験を行い、アジテータ車が現場到着後 30 分までの FAC のスランプ経時変化を把握した上で施工に臨んでいる
- ・ 「コンクリート分離低減剤（モアークリート）」を後添加し、スランプロスが通常よりも早くなり、うまく締固めができず、豆板や充填不足になった事例があった。FAC 配合に対して、膨張材や流動化剤を配合する際は、経時変化や模擬供試体（1m 角のブロック等）で打設時に問題無いか確認した上で使用した方が良い

【施工事例 8】 沖縄都市モノレール（延長区間）

沖縄都市モノレールでは、平成 15 年に開業した既存区間から新たに延長された約 4.1km 区間（令和元年開業）の上部工 PC 軌道桁において、ワーカビリティの確保と ASR 抑制対策を目的に外割り配合 FAC を採用している。伊良部大橋建設後、沖縄本島内で初めて外割り FAC を採用した施工事例である。FA の細骨材との置換率は、伊良部大橋では 3%であったが、沖縄都市モノレール PC 軌道桁では 5%としている。

表 8.23 工事概要

路線名	沖縄都市モノレール（延長区間）
適用部位	上部工（PC軌道桁）
使用配合	45-18-20
配合タイプ	外割り配合タイプ ※細骨材砕砂のみ
FA 使用目的	ワーカビリティ（施工性）の確保、塩害、ASR、温度応力抑制
打設方法	バケット



図 8.27 都市モノレール区間（沖縄県ホームページより）

表 8.24 配合表

配合名	設計基準強度 f _{ck} (N/mm ²)	目標 SL (cm)	骨材最大寸法 G _{max} (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								
						セメント	混和材	水	細骨材			粗骨材		混和剤
						C	フライアッシュ F1	W	海砂 S1	砕砂 S2	フライアッシュ F2	2005 G1	4020 G2	Ad
45外FAC	45	18	20	37.0	43.3	446	—	165	—	712	38	994	—	3.12

表 8.25 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント（太平洋セメント(株)製，密度3.16）	
混和材	F1	—
水	地下水	
細骨材	S1	—
	S2	本部半島産 砕砂（表乾密度2.67，F.M2.90）
	F2	フライアッシュⅡ種（株）ジェイ・ック石川カンパニー，密度2.44）
粗骨材	G1	本部半島産 砕石2005（表乾密度2.70，実績率60.2%）
	G2	—
混和剤	高性能AE減水剤（ターレックス スーパー-100 pHX）	

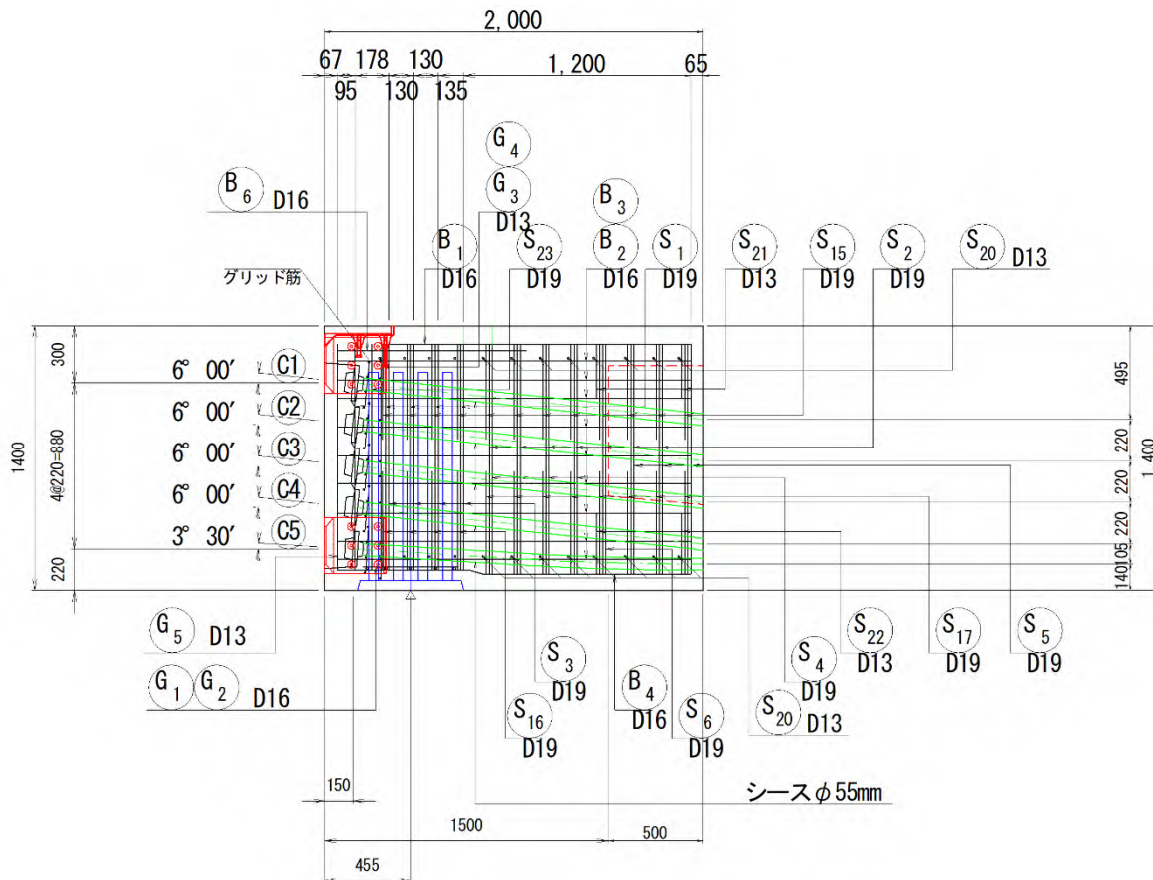


図 8.28 軌道桁側面図

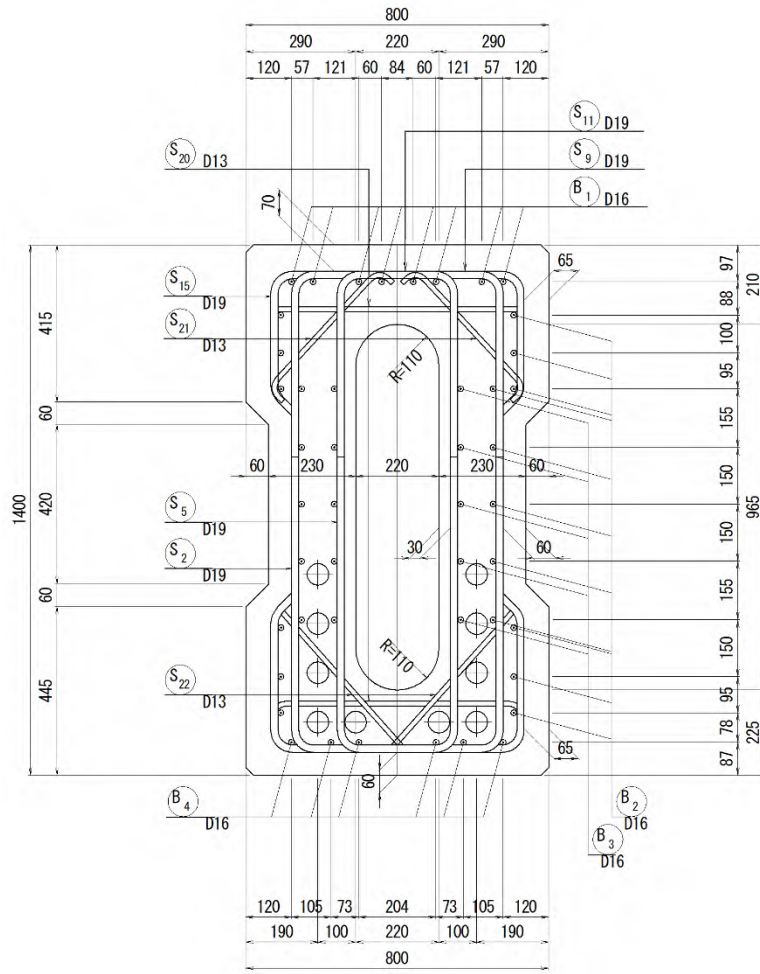


図 8.29 軌道桁 標準部断面詳細図



写真 8.33 鉄筋組立状況



写真 8.34 バケットによる生コン打込み状況



写真 8.35 締固め状況

■ FACの特徴や注意点について

《製造者コメント》

① 配合

- ・ FAを混和させることで単位水量を低減させることができる

② 強度

- ・ 材齢28日強度では、基本配合NCより外割りFACの強度が高かった

《施工者コメント》

① 打込み・締固め・仕上げ

- ・ セメント量の多い生コンを扱ってきた経験から、特に問題を感じなかった
- ・ スランプロスが少なかった
- ・ 桁長が長いため、打込み面が湿潤状態を保っている箇所と乾き始めている箇所があり、仕上げには十分注意が必要になる