中部電力(株)渥美火力発電所における プレパックドコンクリートの施工

丹羽哲郎*¹・沢田欽次*²・仁神脩二*³・伊勢寿一*⁴

概 要 プレパックドコンクリート工法は、これまで多くの工事において用いられている。しかし、本工事の場合は地下水位が高く、透水性の砂質地盤におけるボーリング、排水対策及び本体構造物の一部として、同工法を暗渠の底版に用いたものであり、その平面積は、1万 m^2 にも及び、このような例は、これまでほとんど見当たらない。そのため予備実験を行ったのち本工事を行い、所定の成果を得ることができた。

キーワード プレパックドコンクリート（工法）、揚圧力、水密性

1. ま え が き

中部電力(株)渥美火力発電所増設に伴う冷却放水路は、総延長 852 m、内空高 3.6 m、内空幅 5.5 m の二連暗渠(きょ)形式構造物である(図-1 参照)。当該工事地区(愛知県渥美郡渥美町)は、地下水位の高い透水性の砂質地盤からなるので、本体構築工事をドライワークで行い、ボーリングに対して安全に施工するためには、大がかりな排水設備と長尺の山留め壁が必要となる。そこで、図-1 に示すように、山留め壁及び放水路側壁を兼ねた鋼矢板を打設して水中掘削を行い、厚さ 1.2 m、面積約 1 万 m^2 のプレパックドコンクリートを施工し、排水時揚圧力 4.7 t/m^2 に対抗する工法を採用した。

2. 底版プレパックドコンクリートの 必要条件

底版プレパックドコンクリートは、構造物の完成後はもちろん、底版コンクリート硬化後、締切内の排水によって生ずる揚圧力（ 4.7 t/m^2 ）に対しても十分安全なよ

圖—1 標準部断面圖

うに設計されなければならない。従って、この底版プレ
バックドコンクリートには、次のような条件が要求され
た。

- 1) 鋼矢板の引抜き抵抗を期待する目的で設置したジベル筋のプレパックドコンクリートに対する定着性に問題がないこと。
- 2) 上部に配筋された鉄筋コンクリートばりとしての性能を満足すること。
- 3) 揚圧力 4.7 t/m^2 の下で十分な水密性を保つこと。

*1 中部電力（株）火力計画部部長級

*2 中部電力（株）渥美火力建設所次長

*3 清水建設（株）名古屋支店工事長

*4 正会員 清水建設(株)プレパクト部

3. モルタル注入方式の決定

モルタルの注入パターンは、①同時注入方式、②切替え方式、③片押し方式の三つに大別されるが、本工事のように施工面積が広い場合には片押し方式が適しており、過去の施工例など（鹿島港ドライドック、キャムデンドライドック）を参考にし、総延長を14のブロックに分割し、注入間隔を原則として2m×2mとし、長辺方向に片押しする方式とした（図-2 参照）。

図-2 注入パターン

4. 予備実験

前述のような性能を有するプレパックドコンクリート

を施工するために、使用材料、モルタルの性質等に関して事前に室内実験を行った。

4.1 配合の決定

本工事におけるプレパックドコンクリートの設計条件は次の3点である。

- 1) 設計基準強度： $\sigma_{ck} \geq 180 \text{ kg/cm}^2$
- 2) 単位容積重量： $W \geq 2.3 \text{ t/m}^3$
- 3) 許容付着応力度： $\tau_{0a} \geq 14 \text{ kg/cm}^2$ （異形鉄筋に対して）

これらの設計条件を満足させるプレパックドコンクリート（注入モルタル）の配合を決定するために、以下の実験及び試験を行った。

（1）使用材料試験

表-1に、今回の工事に使用した粗骨材（豊橋石巻産：碎石）と細骨材（浜名湖舞坂産：海砂）の試験結果を示す。なお、その他の材料については各メーカーの試験成績表で代用し、本報告では省略した。

（2）配合決定のための実験

コンクリートの設計基準強度 $\sigma_{ck} = 180 \text{ kg/cm}^2$ に対してモルタル製造時の変動係数 10%，モルタル注入時の材料分離に伴う強度低下を 50 kg/cm^2 と仮定し、配合強度 $\sigma_r = 240 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートを造る注入モルタルの配合を表-1のように決定した。

（3）鉄筋の付着に関する実験

引抜試験は「日本コンクリート会議の試験方法(案)」に準じて、鉄筋径 19 mm, 25 mm について行った（25 mm は主筋，19 mm はジベル筋）。この結果，最大付着応力度は，19 mm の場合 124 kg/cm^2 ，25 mm の場合 107 kg/cm^2 で，いずれの場合も一般のコンクリートに比べて付着強度は大きく，特別の考慮は必要ないことが分かった。

4.2 斜め打継目実験

THE PREPACKED CONCRETE CONSTRUCTION AT ATSUMI THERMAL STATION

By Tetsuro Niwa, Kinji Sawada, Yuji Nikami and Juichi Ise
Concrete Journal, Vol. 18, No. 10, Oct. 1980, pp. 42~49

Synopsis The prepacked concrete method has used many constructions. In this case, the prepacked concrete method is used as a preventive measure against billing and drainage caused by digging the ground with subterranean water, moreover it is used as bottom plate of cooling drain. The area of prepacked concrete construction is 10,000 m². It is one of the most wide works in Japan. We construct the prepacked concrete work after preparatory experiment concerning combination of prepacked concrete and determination of construction and obtain good results.

Keywords : prepacked concrete, up-lift, watertightness

表—1 骨材試験結果と配合表

配合表	粗粒率	比重	吸水量 (%)	単位容積重 (kg/m ³)	洗い 試験 (%)	実積率 (%)	粒径 (mm)	流下 時間 (sec)	水結合材比 W/ (C+F) (%)	混和材率 F/ (C+F) (%)	砂結合材比 S/ (C+F) (%)	単位量 (kg/m ³)				
	粗骨材											W	C	F	S	混和剤
	8.65	3.02	0.35	1 664	0.355	55.1	40~80									
	2.16	2.575	2.36	1 474	2.05			16~20	49	18	1.0	403	675	148	823	8.23

おける 実験結果	流下時間 (sec)	3 時間後		凝結時間 時間一分		圧 縮 強 度 (kg/cm ²)						単位容積重量 (t/m ³)		
		膨張率 (%)	ブリージ ング率 (%)	始 発	終 結	モ ル タ ル			コ ン ク リ ート			コ ン ク リ ート		
						材令 7 日	28 日	91 日	材令 7 日	28 日	91 日	材令 7 日	28 日	91 日
	18.6	7.68	2.55	19—36	22—10	210	367	353	165	257	293	2.44	2.45	2.43

モルタル注入方式を前述のように片押し方式としたがこの場合の新旧モルタル打継目の一体化を確認するため打継目部分のコンクリート供試体について曲げ強度試験及び透水試験を行った。モルタルの流動勾配を 1:2.5 と仮定し、図—3 に示す方法で供試体を作成した。この場合、新旧モルタルの注入間隔を 0, 1, 2, 3, 6, 12 時

(a) 曲げ圧縮強度試験用

(b) 透水試験用

図—3 斜め打継目実験供試体

図—4 斜め打継目部の曲げ強度試験及び透水試験結果

間の 6 通りとし、注入間隔 0 時間に対する相对比较で、品質低下が許容できる最大注入間隔を決定しようとしたものである。曲げ強度試験は、JIS A 1106 に準じて 2 点載荷法で、斜め打継目部分が最大曲げモーメント区間に入るようにして試験した。また、透水試験はアウトプット方式とし、φ19 mm の中心孔から水压をかける方法で行った (写真—1)。結果は、図—4 に示すように、注入時間 3 時間以内であれば新旧モルタルの打継目に悪影響を生じないことが判明した。

4.3 注入実験

粗骨材の間隙中の注入モルタルの流動性、斜め打継目の品質及び硬化したコンクリートの品質検討のため、

写真—1

写真—2

図—5 モルタルの流動勾配

表—2 注入実験におけるコア圧縮強度試験結果

種別	供試体 No.	打継 間隔 (h)	コア No.	単位容積 重 (t/m³)	圧縮強度 (kg/ cm²)	静弾性 係 数 (kg/ cm²)	ポアソン 比
注 入 モ ル タ ル	I.A.-1	3	51-1				
			51-2		319	148 000	0.161
			51-3		334	131 000	0.211
			A 2-1		327	148 000	0.218
			A 2-2		369	140 000	0.220
			A 2-3		331	173 000	0.176
			A 1-1		362	127 000	0.202
			A 1-2		320	138 000	0.169
			A 1-3		371	135 000	0.197
	平 均		342	143 000	0.194		
	I.A.-2	1	21-1	1.98	392	150 000	
			21-2	1.98	419	139 000	
			21-3	1.97	398	141 000	0.205
			23-1	1.95	385	146 000	0.198
			23-2	1.91	402	149 000	0.203
			23-3	1.91	315		
			12-上	1.96	363	132 000	0.193
			12-中	2.03	443	156 000	0.210
			12-下	1.98	440	156 000	0.209
	平 均	1.96	395	146 000	0.203		
総 平 均			1.96	369	145 000	0.199	
プレ バ ッ ク ド コ ン ク リ ー ト	I.A.-1	3	1	2.56	237	231 000	0.197
			52	2.49	191	220 000	0.180
			2	2.52	233	266 000	0.177
	I.A.-2	1	22	2.51	259	200 000	0.151
			24	2.54	258	254 000	0.228
			F	2.51	257	219 000	0.178
	総 平 均			2.52	239 (249)	232 000 (234 000)	0.185 (0.186)

注：( ) 内はコア No. 52 (打継部) を除いた結果である。

L 2.4m×H 1.2m×W 0.3m の形状の型わくを作成して実際に注入を行い、モルタルの流動状況（流動勾配）の観察及びコンクリート、モルタルのコア圧縮強度試験を行った。なお、実験にあたっては、新旧モルタルの打継目間隔を1時間と3時間の2種類とした。図—5、写

図—6 全体工事の流れ

真—2 に流動勾配の結果を示す。流動勾配は、平均 1:2.43 で、仮定値 1:2.5 にほぼ等しい値であった。次に、モルタル及びコンクリートのコア圧縮強度試験結果を表—2 に示す（図—5 にコア採取位置を示す）。注入間隔1時間は、斜め打継目部分の強度低下は見られなかったが、3時間の場合は、打継目でない部分の 77% に低下した。しかしながら、いずれも設計基準強度は満足するものであった。

5. 本工事の施工

当該放水路工事は全長を 14 のブロックに分割し、図—6 に示す順序で各ブロックを順序施工していった。1 ブロック長は標準 75m としたが、決定するにあたっては、工程、施工条件を加味し、プレバックドコンクリートの品質、目的を確保することに重点をおいた。なお、排水工以降の工事については本報告では言及していない。

5.1 掘削工

(1) 一次掘削工

一次掘削は、深さ 2m、幅 23m にわたって盤下げ掘削を行い、土圧の低減を図った。その数量は約 43 300m³ であった。

(2) 鉄矢板打設工

鋼矢板はⅢ型ないしⅣ型で、事前に加工場で定着用鉄筋（ジベル筋）を溶接し、継手部には止水剤（パイルロ

表-3 プレパックドコンクリート工事実施工程表

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ブロック	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20
No. 9									
No. 8									
No. 10									
No. 11									
No. 12									
No. 13									
No. 7									
No. 6									
No. 5									
No. 4									
No. 3									
No. 2									
No. 1									
No. B									

ック)を塗布した。打込みは、3点支持式くい打ち機と振動パイルドライバで所定の深度まで行った。

(3) 水中掘削工

水中掘削は、切ばり、腹起しを取り付け、一次掘削後の盤から深さ 5.4m まで、バックホーとクラムシェルバケットで行い、その後、潜水夫が不陸整形、床付けを入念に行った。

5.2 プレパックドコンクリートの施工

図-6“全体工事の流れ”の中で□で囲った工種を、本報告ではプレパックドコンクリート工として取り扱う。プレパックドコンクリート工事は、昭和 54 年 5 月から同年 12 月までの 8 か月間を費やし、床付シート工～モルタル注入工までの各種工事を連続的に繰り返し施工したものであり、その打設量は約 12 000 m³であった。表-3 に実施工程を示す。

(1) 床付シート工及びジベル筋曲げ工

床付シートは、掘削床付面の細砂分が粗骨材中に混入することを防ぐ目的で、掘削完了後すみやかに床付面に敷き広げ、鋼矢板に結束した。その後、鋼矢板にあらかじめ取り付けおいた定着用鉄筋(ジベル筋)を、鉄筋台直しを用い、潜水夫が所定の角度に折り曲げた。

(2) 鉄筋網の沈設

鉄筋網は、陸上で適当な大きさに加工組み立てたもの(鉄筋網の形状は特殊部を除き 11.5 m×5.4 m で、主筋は D 25@200、配力筋は D 19@250)

をクローラークレーンで、所定の位置及び高さで沈設し、固定した。隣接の鉄筋網とは必要ラップ長を重ね合わせ、水中で結束した。

(3) 粗骨材の投入

粗骨材は、現場小運搬をなくすため、施工ブロック近傍の仮設道路上に鉄板を敷いて仮置きし、十分に洗浄したのち、クローラークレーンに 2 m³ 積の特殊バケットを取り付け、バックホーで積み込んで、水中に投入した。本工事のように施工延長が長く、施工箇所が 14 か所もあり、そのつど段取替えを必要とする工事において、粗骨材投入のためだけに多大な設備や機械力を用いることは得策とは言えないとの判断から、汎用性のある機械力として、クローラークレーンとバックホーを用い、粗骨材投入以外に、一次掘削、鋼矢板打設、水中掘削に利用した。次に、粗骨材天端の不陸は、プレパックドコンクリート天端の不陸に大きな影響を与え、排水後の表面処理工の時間と費用を左右する要因となる。そのため

図-7 モルタルの流れ及び注入管配置例

表-4 材料及び注入実績

		設 計 量		実 使 用 量		実使用量／設計量 (%)		
コ 粗 注 入 モ ル タ ル		12 071 m³						
		12 071 m³		12 077 m³		100.0		
		12 071×0.45=5 432 m³		10 282×0.577=5 932.7 m³		109.2		
注 入 材 料	フライアッシュセメント	5 432×0.8218=4 464 t		4 869.44 t		109.1		
	砂	4 464/1.47=3 037 m³		3 408.6 m³		112.2		
	混 和 剤	4 464×0.01=44.64 t		48.7 t		109.2		
			実モルタル量に対する配合設計量		実 使 用 数		実使用量／配合設計量	
	フライアッシュセメント	5 932.7×0.8218=4 875.5 t		4 869.44 t		99.8		
	砂	4 875.5/1.47=3 316.7 m³		3 408.6 m³		102.8		
	混 和 剤	4 875.5×0.01=48.76 t		48.7 t		100.0		
ブロック No.		モルタル設計量 (m³)	実モルタル量 (m³)	注 入 時 間		実 注 入 量 (m³/h)	実モルタル量／設計量 (%)	
				実作業日数	使用 時 間			
9	508.7	571.2	5/31～6/1 7：00～19：30	36：30	15.7	112.3		
8	490.9	516.4	6/21～22 7：15～12：54	29：39	17.6	105.2		
10	557.6	603.5	7/10～11 8：30～22：18	37：48	16.1	108.2		
11, 12	319.0	340.4	7：20～3：37	20：17	16.9	107.0		
13	190.9	200.8	7/21 7：05～19：50	12：45	16.1	105.2		
7	324.1	316.8	7/27～28 7：57～1：00	17：03	18.6	97.7		
6	451.6	479.5	9/17～18 8：02～10：35	26：33	18.2	106.2		
5	491.4	516.4	9/21～22 7：47～14：40	30：53	16.9	105.1		
4	743.0	748.4	10/11～13 8：01～2：00	41：59	18.0	91.5		
3	586.9	621.4	12/6～7 7：35～21：45	38：10	16.3	105.9		
1, 2	641.7	744.33	12/20～22 7：20～2：28	43：08	17.3	126.8		
B	126.4	122.3	12/14 7：30～16：48	9：18	13.3	96.8		
モルタル注入合計*			5 932.7	27	359：27	16.5 (219.7 m³/日)	—	

注：* モルタル注入合計の値は施工境界部の施工量を含む。

粗骨材天端の不陸ならしには多くの時間をかけたが、潜水天による人力作業のため、十分な成果の上がらなかった箇所もあった。

(4) モルタル注入工

モルタル製造プラントは、20 m³/h の製造能力をもつ全自動プラントに、50 t サイロ及びモルタル圧送ポンプ (FG-20 HB) で構成した。図-7 に示すように、モルタルは全自動プラントで練りまぜられ、8 m³ アジテーターに落とし、FG-20 HB モルタルポンプで先端の中継アジテーターに送られ、4 台の MG-10 ポンプにて粗骨材の間に注入された。これらの機器の選定は、新旧モルタルの打継目が3時間以内になることを主眼に、練りまぜ能力、圧送能力から割り出したものである。モルタル輸

送管は、内径 50.8 mm のガス管及び高圧ゴムホースを用い、注入管は $l=5.5$ m、内径 32 mm のガス管とし、配置は、“3. モルタルの注入方式の決定”で説明したように、基本的に 2 m×2 m の間隔配置とした。図-7 に注入管配置の一例を示す。注入管の打設は、粗骨材投入後パイプハンマを用い、人力で行った。モルタル注入は、短辺方向に6本の注入管に対して、4 台のポンプを用いて行い、常に鋼矢板側近が中央に比べて先行するようにした。モルタル天端の確認は、粗骨材天端にサーミスタ式検知器を置いて行い、補助的に潜水夫が再確認した。モルタル注入実績は、表-4 に示すように、設計量に対するロス率が約 9%、平均単位時間打設量が 16.5 m³/h で、プラント能力 (20 m³/h) に対して約 83% で

表—5 流動勾配測定結果

	流動距離	高低差	流動勾配
A-1	1.000	0.700	0.700
A-2	1.900	0.200	0.105
B-2	1.100	0.300	0.273
A-3	1.100	0.200	0.182
A-4	1.800	0.000	0.000
A-7	1.100	0.800	0.727
C-2	1.900	0.400	0.211
C-3	1.100	0.400	0.364
D-5	1.100	0.000	0.000
C-6	2.050	0.700	0.341
D-7	1.900	0.400	0.211
D-15	1.800	0.000	0.000
C-19	1.000	1.100	1.100
F-31	1.970	0.800	0.406
E-31	1.200	0.600	0.500
平均			0.34/(1:2.9)

あり、8か月間の長期にわたる注入の実績としては十分に満足のいく値であった。

(5) モルタルの流動勾配

図—7 に・で示した位置に $l=1.2\text{m}$ 、 $\phi=50.8\text{mm}$ のパンチング加工したガス管をモルタル検知管としてあらかじめ鉄筋網に取り付けて沈設し、実施工におけるモルタルの流動勾配を測定した。結果は、表—5 に示すとおり平均 1:2.9 で、仮定値及び予備実験値に比較して多少緩い勾配であった。しかし実測値においては、検知管の位置のずれ、測定誤差等が実験値より多分に大きいので、この点を考慮すれば、実施工上の流動勾配は実験値及び仮定値と大差ない値であったと言える。

(6) 注入モルタルの品質管理

注入モルタルの品質管理は、以下の項目について行った。

- 1) 流下時間: 18 ± 2 秒
- 2) 膨張率: 5~10% (3 時間後)
- 3) ブリージング率: 3% 以下 (3 時間後)
- 4) 圧縮強度: モルタル及びコンクリート

品質管理項目のうち流下時間(フロー値)については、注入先端の中継アジテータの中から試料を採取して試験を行った。この理由は、モルタルプラントで練りまぜ直後のモルタルを上記の規準値に管理すると、注入先端では、フロー値は経時の影響で大幅にダウンし、注入先端のポンプ圧が異常に大きくなり、圧送に支障をきたすことがあったためである。そのため、プラントにおける管理値は、材料分離のないことを最重要視して、 16 ± 2 秒程度を目安とし、注入先端で 18 ± 2 秒の規準値になるようにした。

品質管理記録を図—8, 9 に示す。この結果から、3 時間後の膨張率が 10% 以上になっている箇所が幾つか見受けられるが、この原因としては、当初、注入時期の水温の低さを考慮して、混和剤中のアルミ含有量を多少増やしたことが考えられる。しかし、同時期の圧縮強度はすべて設計基準強度を満足しているの、問題は無いと判断した。上記以外の管理項目においては、すべて規準値内に納まり、本工事におけるプレパックドコンクリートの注入モルタルは、高品質のものが施工されたと思われる。

6. 施工上の問題点

6.1 材料の入手

プレパックドコンクリートの材料のうち、細・粗骨材については土木学会等で規格値が明示されているが、最近、天然の状態でこれらの規格値を満足する材料を入手することが困難になってきており、材料選定の段階で十分に調査、検討する必要がある。当工事においても、粗骨材については、当初計画時に予定したものでは、粒径 2.5 mm 以上の粗粒分が多く、プラント及びポンプ関係にトラブルが発生し、“4.1 (1) 使用材料の試験”に示したものに変更した(現場で 3000 m³ の砂のふるい分けをすることは事実上不可能と判断、また採取工場には、ふるい分け設備が備わっていなかった)。また、粗骨材についても 40~80 mm の粒調砕石を計画したが、実際に現場に納入されたものは 40 mm 以下の微粒分、及び 80 mm 以上の粗粒分がかなり含まれていた。微粒

(注) 流下時間については1時間ごとに採取し測定を行ったが、ここでは他の品質管理のための試料採取時の注入先端での流下時間を記した。また膨張率、ブリージング率は3時間後の値である。

図—8 流下時間及び膨張率、ブリージング率の結果

図9 モルタル及びコンクリートの圧縮強度（コンクリート用粗骨材 20～40 mm を用いた）

分のうち、微粉については水洗いで除去することとし、20 mm 前後の骨材は、空隙率に与える影響が微粉程大きくないと判断し、そのまま使用した。また、80 mm 以上の粗粒分に関しては極力除去するように努めたが、多くはそのまま投入され、あらかじめ沈設してあった鉄筋網上で目づまりを起こし、鉄筋下端に十分に骨材が充填されず、注入モルタル食込みの原因の一つになったと思われる。

4.2 掘削面のスライム処理

当該地区は、 N 値=20～30、平均粒径 3 mm 前後の砂礫(れき)層であるが、水中掘削に伴い掘りほぐされ、流動化した砂や、掘削土砂中に含まれる泥分が、底面にスライムとして 20～30 cm 堆積した箇所があった。スライム除去は、サンドポンプ、バキュームポンプ等で試みたが完全に撤去できなかった。当工事のように施工面積の広い場合には、スライム処理が非常に困難になる。そのため、床付シート案を採用し、かなりの成果を収めたと思うが、潜水夫の報告では、一部スライムが骨材投入に伴って、床付シートを破って骨材中に混入した部分もあったようであるが、幸い大事（底版からの漏水）には至らなかった。しかし、一端漏水が発生すると、その補修に多くの費用を費やすばかりでなく、設計思想を根底からくつがえすこととなるため、今後、より完全に近いスライム処理方法を確立する必要がある。

6.3 仕切鋼矢板部の漏水

着工前には予想もしていなかったことであったが、仕切鋼矢板部（ブロック別施工のため両端に使用した鋼矢板）が、鋼矢板とプレパックドコンクリートとの剝離により漏水した。この原因として、仕切鋼矢板部の定着鉄筋の不足、仕切鋼矢板背面の荷重状態が施工の進行に伴

って変化するため等の原因が考えられたが、明確な結論は、得られなかった。なお、漏水は、ウレタン系樹脂を注入して処理した。

6.4 内部水の排水

プレパックドコンクリート打設後、所定の養生期間を経たのち内部水を排水したが、当該地区は三河湾国定公園内に位置するため、排水の水質については厳しい規制があった。そこで、プレパックドコンクリート施工中及び養生中

に、内部水の水質検査を行った。その結果 pH 値が最高 13 程度にまでなり、問題のあることが判明した。当工事では、硫酸による自動中和装置で完全に中和したのち内部水を排水することで処理したが、今後同工法の採用にあたっては、水質汚濁防止等の法律を十分に調査し、処理方法を事前に検討する必要がある。

7. あとがき

中部電力（株）渥美火力発電所放水路工事は、昭和 54 年 3 月着工以来、55 年 3 月の躯体工完了まで水との戦いの日々であったが、1 年余の短期間で全工事の大部分を完了することができたのは、プレパックドコンクリート工事の成功によるところが大きかったと思われる。途中幾つかの問題点はあったが、その施工能率、モルタルの品質の維持管理及び出来栄については、十分に満足 of いくものであり、設計条件を満たしたものであった。このことは、ひとえに関係各位のご協力のたまものであり、誌上を借りて深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 赤塚・惣谷・鈴木：鹿島港ドライドックの底版プレパックドコンクリート施工上の問題点，セメント・コンクリート，No. 243，1967
- 2) 日本道路協会：本州四国連絡橋下部構造のコンクリートに関する調査報告書（案），1977.3
- 3) 国分正胤・岡村 甫：コンクリートに対する異形鉄筋の付着性状に関する研究，コンクリートライブラリー，第 14 号，土木学会
- 4) 岡村 甫・奥村忠彦：プレパックドコンクリートにおける上下部の品質の相違について，第 25 回土木学会年次学術講演会概要集，1970.10