

SSS 工法に関する実験的研究 (その2)

—SSS 壁のコンクリート強度および鉄筋の付着強度に関する実験—

鈴木 忠彦

岡田 武二

馬場 邦夫

(建築部)

加藤 泰正

(土木技術部)

§ 1. まえがき

ベントナイト泥水など地盤安定液を用いて、地盤の崩壊を防ぎながら壁状の掘削を行ない、トレミー管を使用してコンクリートを打込み、地中にコンクリート壁体を構築する地中連続壁工法が普及してきている。この様に安定液として利用されているベントナイトは、モンモリロナイトを主成分とした鉱産物の一種であって、セメント中の Ca イオンの影響を受けてゲル状となる性質がある。このため、ベントナイト泥水中に打設されたコンクリート強度、および鉄筋とコンクリートとの付着強度の低下が問題となっていた。この報告は、SSS 工法の開発を目標に行なってきた一連の実験から、コンクリート強度および鉄筋とコンクリートの付着強度についてまとめたものである。実験はシリーズ別に分けて行なった。

- シリーズ No. I (室内実験)
- シリーズ No. II (地上実大模型実験)
- シリーズ No. III (実物施工実験)
- 現場調査例

§ 2. 実験シリーズ No. I (室内実験)

2.1 概要

この実験は、泥水の配合の違いによる鉄筋とコンクリートの付着強度を調査したものである。泥水の配合は、ベントナイトの種類、添加剤の種類とベントナイト濃度および泥水の粘性を考慮して決めた。

2.2 実験計画

2.2.1 試験体

A. 試験体の形状

試験体は図-1に示すように ASTM 方式に準じて作製した。試験体数は1条件につき普通丸鋼、異型鉄筋とも各々3個ずつとした。

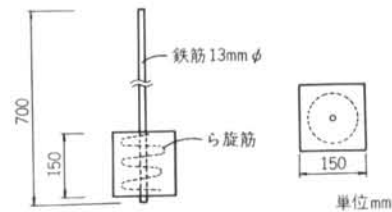


図-1 試験体 (シリーズ No. I)

B. 試験体の種類

試験体の種類は表-1に示すように、泥水を使用しないでコンクリートを打設する基準コンクリートと清水中に打設する場合の2種類と各種泥水条件の組み合わせ32種類の計34種類とし、その内2種類は工事現場2カ所で使用中の泥水について行なった。

C. 泥水

泥水の性質は、次の単位で示した。粘性；ファンネル粘性 [500/500秒]、濃度；泥水作製用清水に対する重量パーセント [%]。泥水の粘性は、粘土質地盤を24秒とし、砂地盤に対して32秒、砂礫層などを40秒として決めた。泥水のベントナイト濃度は、所定の粘性を得るために試験練りを行なって決めた。泥水の作製は、試験体作製時の24時間以上前に行なった。泥水の練り混ぜは、家庭用ジューサー (容量約1.5 l、混練量1.0 l、回転数3000 r. p. m) を用いて10分間攪拌した。材料の投入は、水、CMC、ベントナイト、添加剤の順で行なった。泥水はベントナイト濃度を変えて、数種の泥水をあらかじめ試験練りしておき、試験体作製時にファンネル粘性を測定して、所定の粘性が得られたものを試料とした。なお、粘性の許容値は±1.5秒とした。これらの泥水の諸性状を表-2に示す。

D. 使用材料

使用したセメント、骨材、および鉄筋の性質は表-3に示す通りである。

E. コンクリート調査

コンクリートの調査は表-4に示す通りである。

基準コンクリート						
清水（水中コンクリート）						
泥	ベントナイトの種類	A 社 製	B 社 製	—	—	—
	添 加 剤	な し	CMC 0.1%	CMC 0.5%	テルナイトB 0.3%	CMC 0.1%+ テルナイトB 0.3%
水	粘 性	24 秒	32 秒	40 秒	—	—
現 場 使 用 泥 水		C現場				
		D現場				

表一 1 試験体の種類（シリーズNo. I）

試験体 No	ベントナイト		添 加 剤		粘 性 (⁵⁰⁰ / ₅₀₀ 秒)	比 重	ろ 過 試 験		備 考
	種 類	濃度(%)	種 類	添加量(%)			ろ 過 水 (cc)	ろ 過 膜 厚 (mm)	
1	—	—	—	—	—	—	—	—	基準コンクリート 清 水
2	—	—	—	—	—	1.000	—	—	
3	A	6.0	—	—	24.2	1.025	11.0	1.0	
4	"	8.0	—	—	30.8	1.040	9.0	1.3	
5	"	9.0	—	—	40.5	1.050	8.0	1.3	
6	"	2.0	CMC	0.1	23.2	1.015	11.5	0.8	
7	"	5.0	"	"	33.3	1.030	8.5	1.3	
8	"	5.5	"	"	39.7	1.032	7.5	1.4	
9	"	0	"	0.3	25.4	1.000	13.0	0.1~0.2	
10	"	1.15	"	"	32.6	1.010	9.5	1.0	
11	"	1.75	"	"	40.6	1.010	9.5	1.3	
12	"	6.5	テルナイトB	0.3	24.8	1.035	9.0	1.1	
13	"	8.5	"	"	32.2	1.047	10.0	1.5	
14	"	9.25	"	"	39.1	1.051	9.0	1.7	
15	"	2.50	CMC テルナイトB	0.1 0.3	24.5	1.017	(8.5)	(0.7)	
16	"	5.00	"	"	32.9	1.025	7.5	1.2	
17	"	5.75	"	"	38.9	1.031	7.5	1.4	
18	B	8.00	—	—	23.6	1.045	14.5	1.0	
19	"	11.00	—	—	32.4	1.060	12.0	1.3	
20	"	12.00	—	—	28.5	1.059	12.5	1.7	
21	"	2.5	CMC	0.1	24.4	1.013	16.0	1.0	
22	"	5.5	"	"	32.1	1.037	(9.5)	1.5	
23	"	6.8	"	"	39.7	1.038	11.5	1.7	
24	"	0	"	0.3	25.4	1.000	13.0	0.1~0.2	
25	"	1.3	"	"	31.4	1.010	12.0	1.1	
26	"	2.0	"	0.3	40.2	1.012	11.5	1.0	
27	"	7.0	テルナイトB	"	22.8	1.033	17.0	1.6	
28	"	11.5	"	"	32.5	1.072	12.5	1.7	
29	"	12.5	"	"	38.5	1.070	13.0	2.2	
30	"	3.0	CMC テルナイトB	0.1 0.3	24.5	1.020	13.5	1.0	
31	"	5.75	"	"	32.1	1.033	10.5	0.9	
32	"	6.75	"	"	40.8	1.034	9.0	1.1	
33	A	8.0	CMC テルナイトB	0.1 0.2	22.6	1.230	48.5	8.3	
34	"	8.0	CMC テルナイトB	0.1 0.5	26.7	1.265	35.5	7.5	

表一 2 泥水の諸性状（シリーズNo. I）

比重	ブレン cm ² /g	凝 結			安定性	強熱 減量	MgO	SO ₂		
		水量%	始発	終結						
3.15	3100	27.5	2:27	3:34	良	0.6	1.1	2.1		
フロー mm	曲げ強さ (kg/cm ²)			圧縮強さ (kg/cm ²)			養生温度℃			
	3日	7日	28日	3日	7日	28日				
243	32.5	50.4	70.2	129	228	416	20±3			
細 骨 材	産地	比重	吸水量 (%)	単重 (kg/ℓ)	有機 不純 物	ふるい通過率(%)				
						2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
	利根川	2.52	4.9	1.575	良	100	87	65	27	3
粗 骨 材	産地	比重	吸水量 (%)	単重 (kg/ℓ)	有機 不純 物	ふるい通過率(%)				
						25	20	15	10	5
	利根川	2.61	1.6	1.732	—	100	87	71	33	8
鉄筋の種類		降 伏 点 (kg/mm ²)		引 張 強 さ (kg/mm ²)		伸 び(%)				
普通丸鋼 SR24 13φ		33		49		30				
異型鉄筋 SD30 13D		37		54		26				

表—3

W/C (%)	スランブ (cm)	重量調合(kg/m ³)				AE剤 (cc)	細骨材率 (%)
		セ メ ン ト	水	細骨材	粗骨材		
50	18	370	185	663	1009	148	50

表—4 コンクリートの調合表

F. 試験体の作製

泥水の試験練りによって所定の粘性が得られた泥水を、1000ccのメスシリンダーに約700ccとり、これに鉄筋を約1時間浸しておき、これを引き上げて鉄筋の周囲に泥水が付着した状態で型枠に固定してコンクリートを打設した。なお、鉄筋は、あらかじめ錆をワイヤーブラシとサンドペーパーで取り除き、シンナーで油分をふきとった。異型鉄筋の場合には、割裂防止用のらせんを入れて成型した。そして同時に各バッチごとに圧縮試験用の供試体(φ10cm×H20cm)を3個ずつ作製した。

G. 養生

試験体作製後、24時間後にセメントペーストでキャッピングを行ない48時間後に脱型した。以後28日間水中養生(水温20±3℃)を行なった。

2.2.2 試験方法

A. コンクリート圧縮強度試験

各バッチのコンクリート標準供試体圧縮強度試験はJISA-1108に準じて行なった。

B. 付着強度試験

試験体は、材令28日間水中養生した後、30ton 試験機

で引抜き試験を行なった。引抜き試験は、鉄筋の自由端移動量を1/1000mmのダイヤルゲージを用いて測定して、次の移動量の時の引張荷重を求めた。

初滑り時、0.001mm, 0.01mm, 0.05mm, 0.10mm, 0.15mm, 0.20mm, 0.25mm, 0.30mm, 0.40mm, 0.50mm

付着応力度(τ)は、各移動量の時の荷重を鉄筋の付着面積で割って求めた。

2.3 実験結果と検討

2.3.1 コンクリート強度試験結果

付着力試験体作製時に採取したコンクリートの標準供試体圧縮試験結果は表—5に示す通りであった。

平均圧縮強度	標準偏差	変動係数
266kg/cm ²	17.8kg/cm ²	6.7%

表—5 コンクリート圧縮強度試験結果

2.3.2 鉄筋とコンクリートの付着強度試験結果

A. 自由端移動量と付着応力度の関係

各種類別に、自由端移動量と付着応力度の関係を示すと、図—2～図—13のようになる。いずれも試験体3個の平均を示した。

図からも分る様に、ベントナイトの有無および配合によって「付着応力度—移動量」の関係にかなり差が見られる。この様な引抜き試験結果による付着力判定の基準として、どの段階の移動量を採用するかという許容移動量についての明確な標準は、日本ではまだ定められていない。諸外国の例では、初滑り時として自由端移動量δ=0.025mm, また付着力判定の目安として自由端移動量δ=0.25mmの時の付着応力度が規定されている。しかし、本実験で普通丸鋼の場合には、自由端移動量がδ=0.10mm前後で付着力が最大になっている。したがって、初滑り時としてδ=0.025mm, 付着力判定用として異型鉄筋の場合δ=0.25mm, 普通丸鋼の場合δ=0.10mmを採用することとして、表—6にこれら移動量に対する付着応力度を示した。

この結果から分る様に、普通丸鋼では初滑り時(δ=0.025mm)と最大荷重に近い移動量(δ=0.10mm)の時の付着応力度にはほとんど差がないが、異型鉄筋では、初滑り後も付着強度は増大しており、鉄筋の「ふし」の効果が現われている。また、基準コンクリートに比べて、清水の場合には、付着強度はそれほど低下しないが、鉄筋にベントナイト泥水が付着している場合は、かなり低下しており、泥水の付着による影響が認められる。さらに、この場合、泥水の配合の違いによって付着強度に差が認められた。

B. 泥水の粘性と付着応力度

自由端の 滑り量 (mm)	鉄筋の 種別	ベントナイトの 種類 添加剤 粘性(秒)	A			B			基準コン クリート	清 水
			24	32	40	24	32	40		
$\delta =$ 0.25 (0.10)	異形 鉄筋	なし	49.0	40.4	30.0	58.1	46.7	40.2	97.7	86.1
		C M C 0.1%	68.4	53.6	46.5	81.7	69.1	59.4		
		C M C 0.3%	80.8	54.5	44.6	80.8	68.3	64.0		
		テルナイトB 0.3%	66.8	47.0	49.8	77.8	68.0	66.1		
		C M C 0.1% テルナイトB 0.3%	67.4	57.7	44.3	68.9	59.7	59.5		
		(C 現場)	78.0							
		(D 現場)	71.8							
	普通 丸鋼	なし	11.1	3.9	1.9	15.0	15.6	10.4	35.8	28.0
		C M C 0.1%	20.8	12.2	8.2	16.6	14.9	10.0		
		C M C 0.3%	22.4	12.0	6.7	22.4	10.3	10.1		
		テルナイトB 0.3%	16.5	12.8	9.5	25.3	18.4	12.4		
		C M C 0.1% テルナイトB 0.3%	13.6	9.8	9.3	16.7	12.7	11.6		
(C 現場)		12.6								
(D 現場)		9.3								
$\delta =$ 0.025	異形 鉄筋	なし	22.4	16.9	11.8	30.6	22.2	14.1	79.3	68.7
		C M C 0.1%	40.9	34.5	20.8	48.9	33.6	22.3		
		C M C 0.3%	54.8	31.0	21.8	54.8	35.6	35.1		
		テルナイトB 0.3%	33.9	22.3	28.5	53.0	35.4	29.1		
		C M C 0.1% テルナイトB 0.3%	39.7	28.1	17.5	38.1	29.8	31.5		
		(C 現場)	42.2							
		(D 現場)	34.9							
	普通 丸鋼	なし	11.0	3.7	1.8	14.8	15.4	10.2	31.8	27.0
		C M C 0.1%	20.0	12.0	8.2	16.2	14.7	8.9		
		C M C 0.3%	21.4	12.0	6.4	21.4	10.0	9.1		
		テルナイトB 0.3%	16.0	12.7	9.3	22.7	17.7	12.1		
		C M C 0.1% テルナイトB 0.3%	13.3	9.5	9.1	15.6	12.1	10.7		
(C 現場)		12.1								
(D 現場)		8.6								

表一6 鉄筋の付着応力度； τ (kg/cm²)

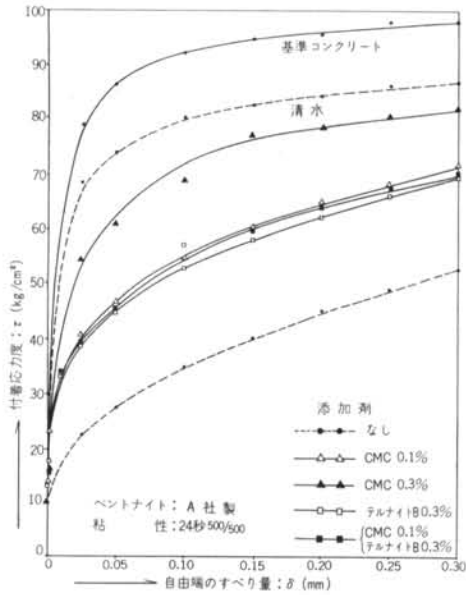


図-2 付着応力度—滑り曲線 (異形鉄筋の場合)

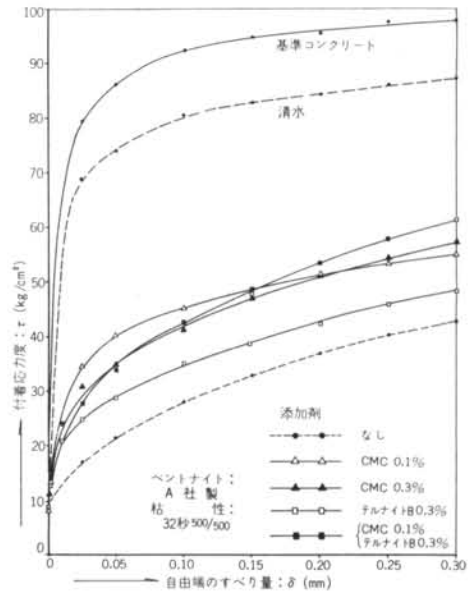


図-4 付着応力度—滑り曲線 (異形鉄筋の場合)

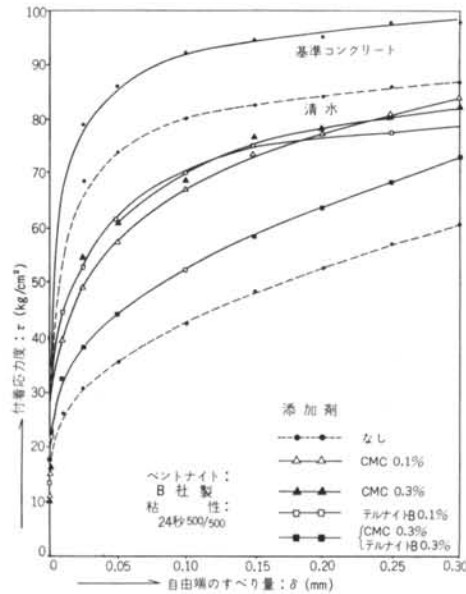


図-3 付着応力度—滑り曲線 (異形鉄筋の場合)

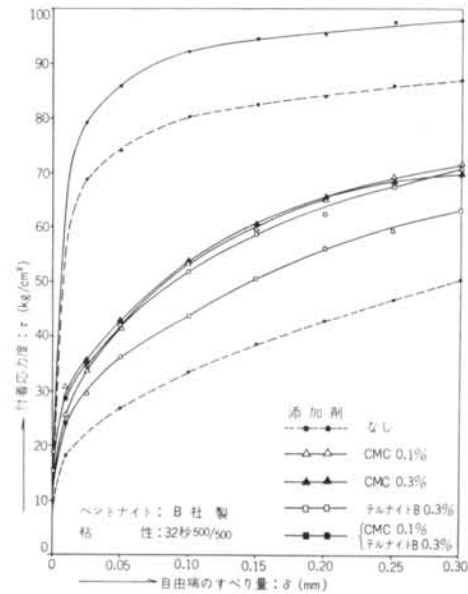


図-5 付着応力度—滑り曲線 (異形鉄筋の場合)

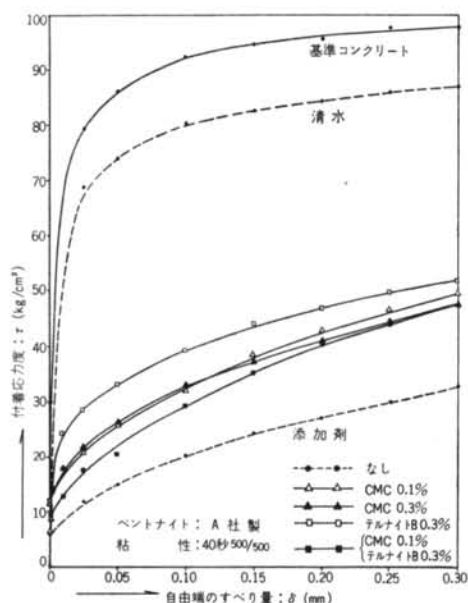


図-6 付着応力度—滑り曲線 (異形鉄筋の場合)

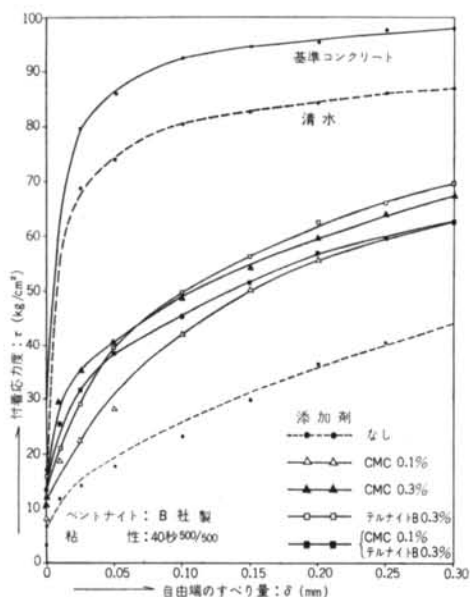


図-7 付着応力度—滑り曲線 (異形鉄筋の場合)

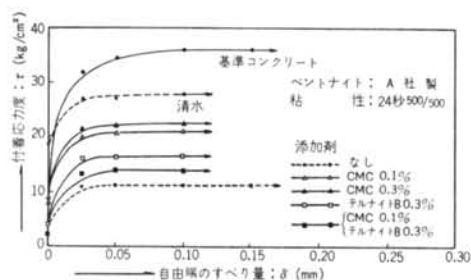


図-8 付着応力度—滑り曲線 (普通丸鋼の場合)

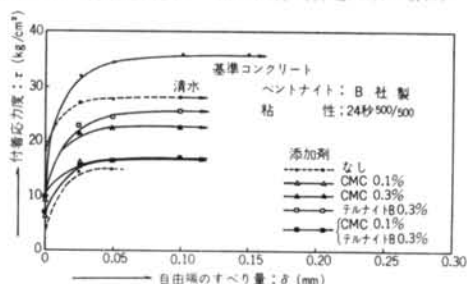


図-9 付着応力度—滑り曲線 (普通丸鋼の場合)

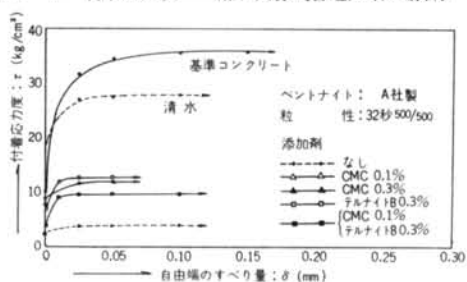


図-10 付着応力度—滑り曲線 (普通丸鋼の場合)

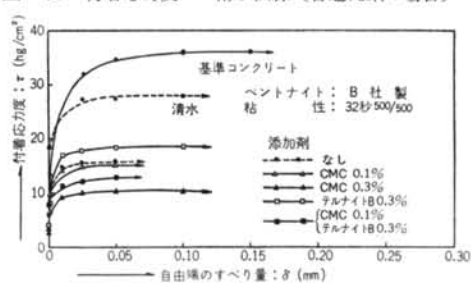


図-11 付着応力度—滑り曲線 (普通丸鋼の場合)

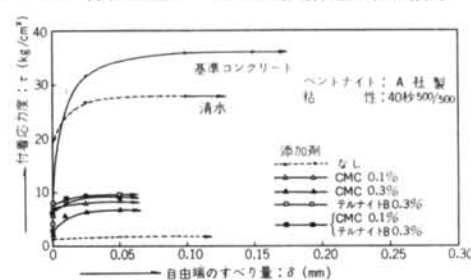


図-12 付着応力度—滑り曲線 (普通丸鋼の場合)

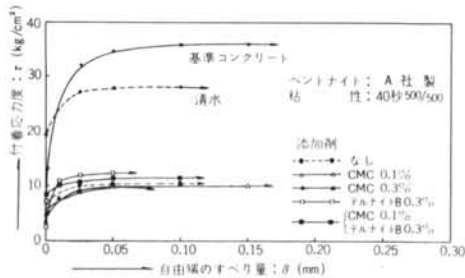


図-13 付着応力度—滑り曲線（普通丸鋼の場合）

自由端移動量が異型鉄筋では $\delta=0.25\text{mm}$ 、普通丸鋼で $\delta=0.10\text{mm}$ の時の泥水の粘性と付着強度の関係を 図-14 に、粘性と付着泥水の厚さの関係を 図-15 に示す。これによって粘性が増すと付着泥水の厚さが増加して、この泥水が鉄筋とコンクリートの間に介在するために、付着強度は低下することがわかる。

C. ベントナイトの種類と付着応力度

実験には 2 種類のベントナイトを使用した。先の表 2 から分る様に同一粘性の泥水を作製するには、A社製より B社製の方がベントナイト濃度は 2~3% 大きく

なっている。これら 2 種類のベントナイトと付着応力度の関係を示すと 図-16 のようになり、B社製の方がベントナイト濃度が大きいにもかかわらず、付着応力度は大きくなっている。このことは、A社製の方がセメントの影響を受けやすく、セメント中の Ca イオンによるゲル化の傾向が強いことによると思われる。

D. 泥水添加剤と付着応力度

泥水添加剤として、本実験では、脱水減少剤として CMC（カルボキシメチルセルロース）、粘性降下剤としてフミン酸塩系のものを用いた。これらの添加剤の付着応力度に対する効果を 図-17 に示した。このように、添加剤を使わない泥水は基準コンクリートに比べて付着応力度の低下は大きい。これらの添加剤を使うと、かなり回復でき、添加剤の有効性が認められる。添加剤を加えた場合に同一粘性を得るためのベントナイト濃度は、CMC を添加すると小さくなり、粘性降下剤を加えるとわずかに大きくなっている。

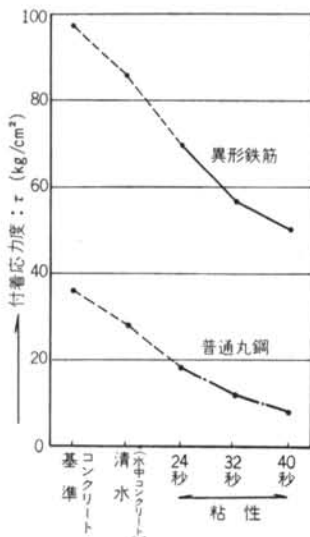


図-14 粘性と付着強度

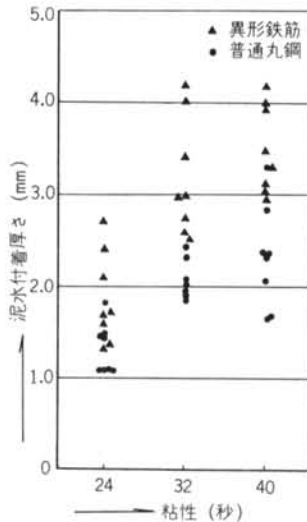


図-15 粘性と付着泥水の厚さ

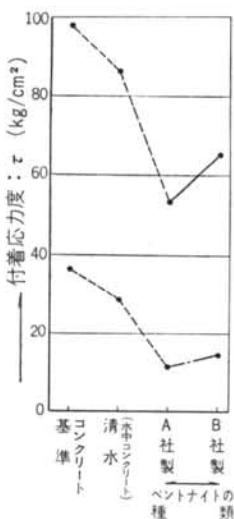


図-16 ベントナイトの種類と付着強度

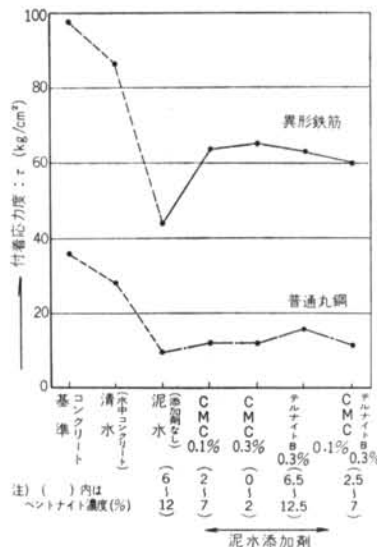


図-17 泥水添加剤と付着強度

2.4 考察

上記の実験結果からわかるように、泥水の粘性が増すと泥壁厚さが厚くなり、鉄筋コンクリートの付着強度を低下させる。そして、泥水添加剤はゲル化防止作用があり、混入量によって同一粘性を得るためのベントナイト量が少なくなり、付着強度の回復に役立つことが言える。実験に現場使用後の泥水を採用したが、現場では泥水が繰返し使用されるため泥水作製時に比べ粘性が低下しており比重が重くなっている。

このことは、泥水中のベントナイトが使用中に消費されて、ベントナイト濃度は低下し

て土砂をかなり混入したものと言える。このような泥水は、作製直後の泥水に比べて付着力はかなり増大するが孔壁安定性に対して危険になる場合が多いと言える。

§ 3. 実験シリーズNo.II(地上実大模型実験)

3.1 概要

実験は室内実験に引きついで行なったもので、地上に実物大の模型を作製して、ベントナイト泥水中に打設したコンクリートと鉄筋の付着強度、コンクリートの圧縮強度、および静弾性係数について、壁体の高さおよび水平位置(中央部、端部)の違いによる影響を調べ、さらに泥水中でのコンクリートの流動性について検討したものである。

試験体 No.	使用泥水	トレミ管の配置本数	縦筋		横筋			
			普通丸鋼	異型鉄筋	壁に平行(配力筋)		壁に直角(組立て筋)	
					普通丸鋼	異型鉄筋	普通丸鋼	異型鉄筋
1	なし	1	0	28	24	24	28	28
2	現場使用	1	0	28	24	24	28	28
3	新泥水	1	0	28	24	24	28	28
4	"	1	28	0	0	0	0	0
5	"	2	0	28	24	24	28	28

表—7 試験体の種類と配筋本数(シリーズNo.II)

種類	粘性(500/500秒)	比重	ろ過試験	
			ろ過水(cc)	ろ過膜厚(mm)
フレッシュ泥水	31.0	1.06	11.5	1.5
現場使用泥水	25.8	1.25	36.0	7.2

表—8 泥水の諸性状(シリーズNo.II)

鉄筋の種類	降伏点(kg/mm ²)	引張強さ(kg/mm ²)	伸び(%)
普通丸鋼 SR-24 19φ	34	51	29
異型鉄筋 SD-30 19D	37	56	23

表—9 鉄筋の性質(シリーズNo.II)

セメントの種類	骨材最大寸法(mm)	コンクリートの所要			A E 剤	W/C (%)	S/A (%)	1 m ² 当りの重量(kg/m ²)				
		設計強度(kg/cm ²)	スランプ(cm)	空気量(%)				セメント	水	砂	砂利	混和剤(g)
普通ポルトランドセメント	25	240	19	4	Vinsol	50	40	370	185	684	1023	148

表—10 コンクリート調合(シリーズNo.II)

3.2 実験計画

3.2.1 試験体

A. 試験体の形状

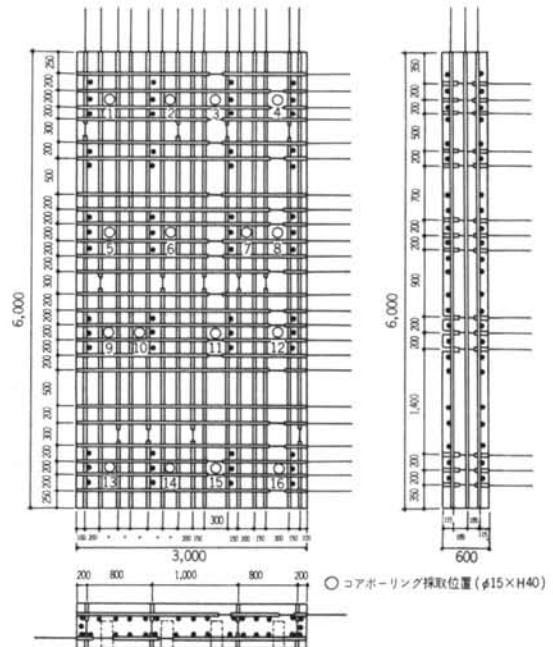
試験体の形状および配筋の状態は図—18に示す通りである。引抜き鉄筋は、いずれも塩化ビニールパイプで覆って、付着強度試験部分のみコンクリート中に露出させるようにした。なお、試験体作製時にコンクリート流動状態を観察するため、片面に透明のプラスチック型枠を使用した。

B. 試験体の種類

試験体の種類は表—7に示すとおりである。

C. 泥水

泥水は、先述の室内実験より得られた結果を基にして、新練り混ぜ泥水の配合を決定した。泥水の配合および諸性状は表—8に示すとおりである。現場使用泥水は某現場で使用したシルト混りの泥水に付着状態を確認するために蛍光顔料を混入して使用した。



図—18 地上実大模型試験体配筋図

D. 鉄筋の性質

使用した鉄筋の種類と引張り試験結果は表-9に示すとおりである。

E. コンクリート調合

コンクリートの調合は表-10に示すとおりである。

F. 試験体の作製

(i) 鉄筋の加工

引抜き鉄筋は普通丸鋼と異型鉄筋とし、横筋は壁面に平行に配筋したもの（配力筋）と壁面に直角に配筋したもの（組立て筋）および主筋である。異型鉄筋は、まわりのコンクリートの割裂を防ぐために、らせん筋（4mm筋、径15cm×ピッチ5cm）を入れた。なお、使用した鉄筋はすべて径19mmで、その露出長さは $12d$ （ $=22.8\text{cm}$ ）である。

鉄筋の加工状態を図-19に示す。鉄筋の付着強度試験部分は錆やスケールをワイヤーブラシとサンドペーパーで清掃して、油分をシンナーでふきとった。その後、鉄筋に約50cmピッチで麻ひもを巻き、塩化ビニールパイプをかぶせた。そして、塩化ビニールパイプと鉄筋との間には、シリコンをつめてシールした。

(ii) コンクリート打設

コンクリートはレディミクストコンクリートを使用し生コン車より 0.8m^3 のバケツに一旦受け、クレーンにて構台上的フロアホッパーまで吊り上げ、ホッパーに一時貯えた後、トレミー管に流し込んだ。トレミー管は、内径20cmの円型を使用し、コンクリート打設高さが6mであるので、下から2m、2m、1m、1m、1mと5本継ぎで使用した。泥水はコンクリート打設開始直前に型枠内に注入した。コンクリート打設開始時には、コンクリートと泥水が混ざるのを防ぐため、プランジャーを使用してコンクリートを打設した。トレミー管の引抜きでは、コンクリート中にトレミー管の下部が常に2m以上埋まっているように留意した。なお、トレミー管を2本使用する場合には、 0.8m^3 ずつ交互に投入した。

(iii) 養生

コンクリートを打設した後、1週間後に型枠をはずした。養生は、試験体を立てかけてある構台のまわりにシートを張り外気との遮へいを行ない、28日間現場養生後各試験を行なった。

(iv) 標準供試体の作製

室内実験と同じ要領で、生コン車から供試体採取して、28日間現場水中養生後、試験を行なった。

3.2.2 試験方法

A. コンクリート圧縮強度試験

コンクリート試験は、標準供試体および実物大の試験体よりコンクリートコアを抜き取ったものについて行

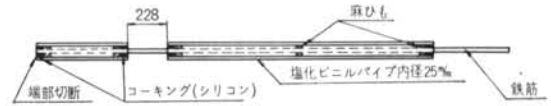


図-19 鉄筋の加工図

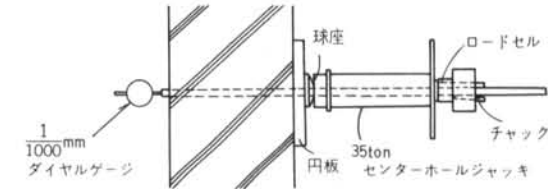


図-20 引抜き試験装置

なった。コンクリートコアは先の図-18に示す位置から採取した後、カッターで両面を切断してキャッピングしてから側面にゲージを取りつけ、圧縮強度と静弾性係数を測定した。

B. 付着強度試験

付着強度試験は、図-20に示すように、センターホールジャッキ（30 ton）を用いて行ない、自由端移動量を $1/1000\text{mm}$ ダイヤルゲージで測定して、その移動量が次の値になった時の引張荷重をロードセル（30 ton）で測定した。

初滑り時、0.001mm、0.01mm、0.05mm、0.10mm、0.15mm、0.20mm、0.25mm、0.30mm、0.40mm、0.50mm、最大荷重時。

なお、標準供試体の試験方法は、前記室内実験と同じである。

3.3 実験結果と検討

3.3.1 コンクリートの流動状態

トレミー管で打設されたコンクリートが泥水中でどのように流れ、上昇するか、検尺で測定した結果を図-21図-22に示す。これによると、中央部が端部より幾分盛り上がり、上昇してきている。透明パネルを使用して側面から観察した結果、トレミー管から流出したコンクリートは、トレミー管のコンクリートへの埋め込み深さが浅い場合トレミー管を中心として逆三角形の状態の上昇して行く。埋め込み深さが深い場合（3m以上）、トレミー管の周囲をコンクリートは上昇して行き、上部に積み重ねられる状態となっている。これらの流れ状態は、型枠脱型後、側面にはっきりと見られた。

3.3.2 コンクリート強度試験結果

コンクリート打設時にミキサー車から採取して、28日間標準養生した標準供試体。および28日間現場養生した実物大壁体からコア採取したテストピースの圧縮強度試験結果を表-11、図-23に示し、静弾性測定結果を表

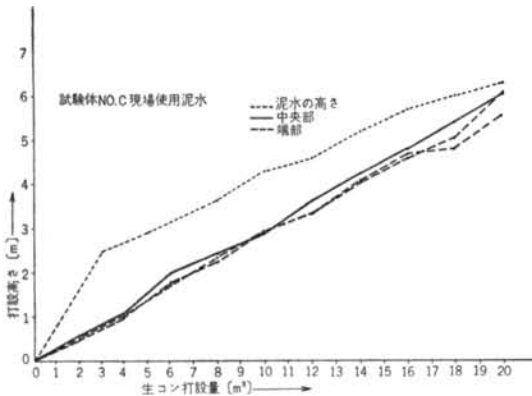


図-21 生コン打設量と打設高さとの関係

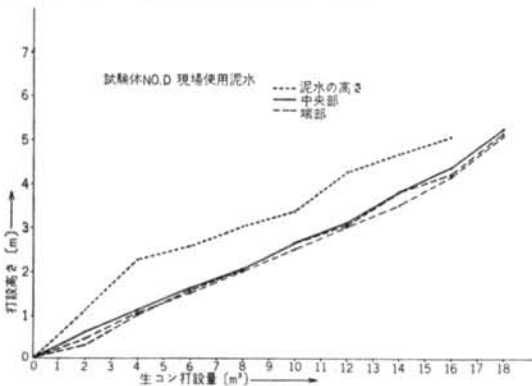


図-22 生コン打設量と打設高さとの関係

試験体の種類	1	2	3	4
1 泥水なし コンクリート	2.66	2.85	3.19	2.40
	2.99	3.07	3.11	2.75
	2.86	3.42	3.76	3.22
	2.81	3.18	3.12	2.92
	2.72	3.18	2.98	
2 現場泥水	2.77	2.84	2.82	3.0
	3.0	2.68	3.0	2.41
	2.66	2.87	3.88	2.86
	2.76	2.79	3.18	2.75
	2.59	2.77	3.0	2.74
3 新泥水 (トレミー管 1本)	2.71	2.52	2.39	2.42
	2.48	2.40	2.65	2.68
	2.0	2.77	2.47	2.51
	2.41	2.52	2.45	2.61
	2.42	2.43	2.67	2.61
4 新泥水 (主筋のみ)	2.46	2.65	2.65	2.72
	2.51	2.45	2.37	2.03
	2.0	2.43	2.16	2.28
	2.29	2.24	2.27	2.32
	2.44	2.28	2.44	2.28
5 新泥水 (トレミー管 2本)	2.79	2.24	2.36	

表-12 静弾性係数測定結果 ($\times 10^5$ kg/cm²)

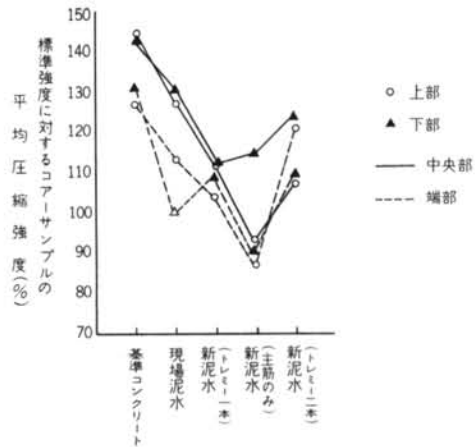


図-23 標準圧縮強度に対するコア圧縮強度

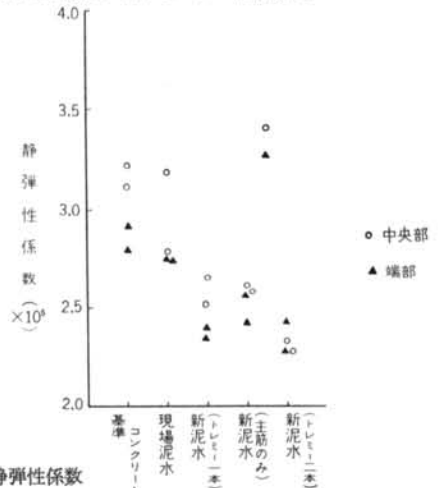


図-24 静弾性係数

—12, 図-24に示す。コンクリートコアの圧縮強度は、端部が中央部に比べて低下しており、ゲル化物が端部に押し込められた影響が見られる。ベントナイト濃度が大きい場合は、セメントのゲル化が促進されるため、コンクリートを早く打設しなければならない。今回の実験では、コンクリート圧縮強度の標準偏差は $4 \sim 73$ kg/cm²であった。

3.3.3 鉄筋とコンクリートの付着強度試験結果

A. 自由端移動量と付着応力度の関係

鉄筋の引抜試験結果から、自由端移動量と付着応力度の関係について代表例を示すと図-25のようになる。ベントナイト泥水中に打設されたコンクリートでは、基準コンクリートに比べてかなり低い付着応力度で鉄筋の初滑りが起こっていることがわかる。鉄筋の移動量に対する付着応力度については、室内実験と同様に、初滑り時として $\delta=0.025$ mm, 付着力判定用として $\delta=0.25$ mmを採用することとし表-13~表-18に各移動量に対する付着応

	試験体の種類	位置	標準供試体 圧縮強度 $F_s(\text{kg}/\text{cm}^2)$	コア圧縮強度 $F_c(\text{kg}/\text{cm}^2)$				$F_c/F_s \times 100 (\%)$	
				中央部		端部		中央部	端部
				実測値	平均	実測値	平均		
1	泥水なしコンクリート (基準コンクリート) (トレミー管1本)	上	290 288 319 <hr/> 299	444	431	376	379	144	127
				436		398			
				404		374			
		下		476	428	361	393	143	131
				383		433			
				432		403			
			420			376			
2	現場泥水使用コンクリート (トレミー管1本)	上	283 275 297 <hr/> 285	345	363	344	323	127	113
				373		414			
				308		323			
		下		328	374	280	284	131	100
				372		289			
				367		278			
			428			287			
3	新泥水使用コンクリート (トレミー管1本)	上	272 277 256 <hr/> 268	245	300	303	280	112	104
				315		261			
				341		277			
		下		250	300	311	292	112	109
				349		272			
4	新泥水使用コンクリート (主筋のみ トレミー管1本)	上	272 303 272 <hr/> 282	245	262	268	244	93	87
				278		219			
		中		358	366	257	251	130	89
				374		245			
		下		306	324	258	254	115	90
				341		250			
5	新泥水使用コンクリート (トレミー管2本)	上	266 267 278 <hr/> 336	310	290	297	328	107	121
				269		300			
				279		384			
		下		300	270	330	296	124	110
						296			
				336		296			

表-11 コンクリート圧縮強度試験結果

鉄筋の位置	$d = 0.25mm$										$d = 0.025mm$									
	基準コンクリート					現場使用混水					新設水(トレミー管1本)					新設水(トレミー管2本)				
	強度 平均値	強度 分散係数	付着 率	コンクリート 強度	コンクリート 強度	強度 平均値	強度 分散係数	付着 率	コンクリート 強度	コンクリート 強度	強度 平均値	強度 分散係数	付着 率	コンクリート 強度	コンクリート 強度	強度 平均値	強度 分散係数	付着 率	コンクリート 強度	コンクリート 強度
上部	100.0		59.85	38.69	76.6	100.0		43.07	34.31	34.31			30.6							
	99.3	(1.0%)	51.59	29.20	59.0	99.3	(3.81)	32.47	3.65	3.65	(13.23)		36.9	(2.15)				33.75	282	11.97
	97.8	(0.01)	(16.56)	22.63	(6.59)	92.0	(0.13)	55.47	(8.80)	282	(7.7%)	21.42	359	(0.91)	(35.0)	5.39		280.5	(0.09)	11.66
			(4.0)	14.37	(14.9)	20.78	(13%)	10.78											20.5	(7%)
中部	93.4		73.8	58.39	13.80	93.4		36.5	28.47	28.47			2.82							
	98.5	(7.8%)	43.8	74.45	60.10	98.5	(3.34)	32.71	29.9	32.71	(10.59)		11.66	(4.08)				12.21	(2.15)	4.33
	101.5	(3.34)	13.97	47.45	(11.09)	101.5	(0.38)	32.12	(3.34)	425.3	(8.8%)	10.55	358	(0.12)	(39.52)	10.97		5.95	(0.09)	4.00
			(4.0)	15.09	(44.59)	15.09	(12%)	23.0											18.96	(0.49)
下部	102.2		95.6	62.77	52.5	82.5		69.4	32.85	32.85			35.68							
	94.7	(9.7%)	79.55	54.01	58.39	94.7	(5.06)	29.9	89.2	89.2	(14.23)		285	(0)				25.87	(9.82)	9.17
	102.2	(35.4)	(12.09)	66.42	(4.38)	90.5	(0.08)	21.14	(0.06)	420	(0)	11.29	397.5	(0)	(0.5)	13.17		336	(0)	7.70
			(0.15)	20.01	(8.8%)	23.40	(0.2%)	23.40											0.38	(0)
上部	94.9		24.09	10.22	4.38	75.9		16.06	80.3	81.5			1.46							
	91.2	(3.5%)	25.55	17.5	10.54	80.3	(5.13)	27.26	299	299	(14.23)		285	(0)				1.10	(0.37)	0.39
	93.4	(1.56)	(11.97)	11.68	(6.56)	88.3	(0.6)	10.22	(0.06)	375	(0.2%)	3.78	333.5	(0)	(0.5)	4.15		0.34	(0.34)	0.32
			(0.47)	7.66	(3.3%)	3.52	(4%)	3.52											0.34	(13%)
中部	100.7		23.36	22.36	9.5	100.7		15.33	91.2	96.5			7.3							
	100.7	(2.07)	22.27	15.33	22.45	91.2	(5.30)	32.94	299	299	(10.60)		285	(0)				6.33	(1.37)	2.24
	105.1	(0.02)	(1.10)	32.85	(6.54)	103.6	(0.22)	7.98	(0.05)	382.5	(5.5%)	4.19	296	(0.71)	(21.45)	4.15		0.22	(0.22)	2.05
			(0.05)	7.52	(0.25%)	7.98	(8%)	7.98											0.22	(5%)
下部	90.5		37.96	62.77	26.0	80.3		14.6	24.09	24.09			8.75							
	89.8	(4.98)	28.47	27.74	45.2	89.8	(8.33)	16.87	90.3	299	(28.50)		12.78	(9.49)				12.77	(4.01)	4.53
	100.7	(0.05)	(9.49)	17.52	(0.33)	100.7	(0.07)	15.51	(0.09)	404.5	(7.7%)	4.44	288	(0.65)	(19.5)	5.01		0.31	(0)	4.31
			(0.33)	9.89	(0.3%)	15.51	(7%)	15.51											0.31	(0)

表-13 相対付着強度(異型鉄筋の場合)

鉄筋位置	$\delta = 0.025 \text{ mm}$																														
	基準コンクリート					現場使用混水					新設水(トレミー管1本)					新設水(トレミー管2本)															
上部	強度	113.9	106.6	112.9	299	37.76	33.33	285	11.69	5.45	4.38	12.04	282	4.27	19.71	102.2	106.6	107.5	299	35.95	6.74	6.57	6.57	268	2.45	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
中部	強度	118.2	118.2	118.2	309	44.0	44.0	359	14.0	5.21	4.38	113.8	4.78	4.0	113.8	4.78	113.8	4.78	44.0	34.43	5.35	2.19	3.58	309	2.35	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)	(0.80)
下部	強度	110.0	109.5	109.5	299	36.71	35.4	288	11.68	9.48	4.38	12.04	282	4.55	19.71	110.0	109.5	109.5	299	36.71	6.30	45.99	16.93	268	6.32	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
上部	強度	114.6	102.9	109.5	299	36.62	62.15	265	21.81	14.57	4.38	12.04	282	4.55	19.71	114.6	102.9	109.5	299	36.62	16.1	77.4	16.79	268	6.28	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
下部	強度	110.9	110.9	110.9	309.5	420	397.5	15.64	15.64	15.64	15.64	110.9	4.88	11.95	110.9	4.88	110.9	4.88	420	26.07	11.76	2.92	249.5	6.73	0.804	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
上部	強度	113.9	107.3	116.55	299	35.42	13.87	11.92	4.18	1.18	8.76	13.14	282	4.66	19.71	111.7	99.2	97.1	259	32.47	8.76	2.92	6.33	265	2.22	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
下部	強度	115.8	117.3	116.55	299	38.98	7.30	12.2	265	4.28	6.57	13.14	282	6.40	19.71	113.4	110.5	111.95	259	37.44	2.92	5.11	6.57	268	4.56	4.38	2.92	3.65	282	1.29	
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
上部	強度	112.4	112.4	108.3	299	36.22	10.9	31.63	265	11.10	4.38	12.04	282	10.23	19.71	100.0	76.7	95.9	299	32.07	8.8	43.1	20.23	285	7.10	26.28	4.38	2.92	3.65	282	1.29
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)
下部	強度	112.4	112.4	108.3	299	36.22	10.9	31.63	265	11.10	4.38	12.04	282	10.23	19.71	100.0	76.7	95.9	299	32.07	8.8	43.1	20.23	285	7.10	26.28	4.38	2.92	3.65	282	1.29
	付着率	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)	(0.75)

表一14 相対付着強度(異型鉄筋の場合)

検査位置	$\delta = 0.25\text{mm}$										$\delta = 0.025\text{mm}$													
	基準コンクリート			現場使用混水			新設水(トレミー管1本)			新設水(トレミー管2本)			基準コンクリート			現場使用混水			新設水(トレミー管1本)			新設水(トレミー管2本)		
種別	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度	強度	付着率	コンクリート強度
橋	上	70.8	2.9	35.03	8.20	3.64	23.44	268	8.62	21.9	35.9	16.49	2.9	13.16	285	4.62	24.08	7.3	5.01	18.9	27.2	282	9.65	
		86.1	81.16	259	27.14	5.1	23.36	285	8.20	35.0	52.3	49.3	299	16.49	2.9	13.16	285	4.62	5.01	18.9	27.2	282	9.65	
	72.3	(9.63)		14.59	(14.7)	280	(35.0)	8.44	72.2	(21.31)	289.5	(70.5)	14.86	(4.0)	11.20	(10.82)	359	(4.0)	74.0	(25.0)	4.79	(20.5)	289.5	(7.75)
	87.8	81.2	259	39.41	6.51	39.41	35.0	8.44	25.55	(0.5)	(20.5)	14.86	(4.0)	11.20	(10.82)	359	(4.0)	74.0	(25.0)	4.79	(20.5)	289.5	(7.75)	
橋	中	83.7	33.8	38.68	15.02	72.5	55.59	268	20.74	51.0	75.0	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2
		102.9	98.3	259	32.88	51.8	42.8	285	15.02	72.5	85.4	80.2	299	26.82	32.1	26.65	285	9.35	54.74	38.44	268	14.34	35.0	34.55
	92.0	(4.6)		11.96	(44.59)	11.96	(17.5)	8.44	26.27	(5.2)	(0.06)	(35.27)	18.86	(8.6%)										
	105.1	(5.35)		23.45	(13.87)	249.5	(0.5)	40.08	96.3	96.3	70.1	75.4	299	25.22	65.7	56.6	285	19.86	113.87	100.0	268	37.31	(0)	282
新 (並直に直角)	上	106.6	14.6	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.46	1.46	76.6	67.9	69.78	299	23.34	(0)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
		98.5	102.34	259	34.23	11.7	21.65	285	8.30	13.8	65.5	62.05	299	26.75	6.6	9.30	285	3.26	5.1	4.37	268	1.63	43.31	28.71
	92.7	(5.81)		27.29	(13.0)	290	(13.0)	4.38	42.34	(16.36)	54.4	(7.10)	375	(1.0)	18.61	(9.15)	397.5	(0.16)	300.5	(14.24)	7.44	(12.2%)	12.43	(0.66)
	106.6	(0.06)		23.45	(0.05)	25.53	(8.6%)	40.08	96.3	96.3	70.1	75.4	299	25.22	65.7	56.6	285	19.86	113.87	100.0	268	37.31	(0)	282
新 (並直に直角)	中	98.3	5.8	11.6	10.2	10.2	10.2	10.2	14.6	14.6	76.6	67.9	69.78	299	23.34	(0)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
		97.8	96.05	259	32.79	11.7	21.65	285	8.30	13.8	65.5	62.05	299	26.75	6.6	9.30	285	3.26	5.1	4.37	268	1.63	43.31	28.71
	103.6	(0.25)		27.29	(13.0)	290	(13.0)	4.38	42.34	(16.36)	54.4	(7.10)	375	(1.0)	18.61	(9.15)	397.5	(0.16)	300.5	(14.24)	7.44	(12.2%)	12.43	(0.66)
	98.3	(0.25)		23.45	(0.05)	25.53	(8.6%)	40.08	96.3	96.3	70.1	75.4	299	25.22	65.7	56.6	285	19.86	113.87	100.0	268	37.31	(0)	282
新 (並直に直角)	下	104.4	104.9	259	35.08	48.2	47.0	285	16.49	51.82	73.7	77.4	76.2	299	25.48	28.5	29.7	285	10.42	0	268	1.09	0	282
		106.6	(1.27)		25.93	(0.1)	16.32	(0.8%)	40.08	96.3	96.3	70.1	75.4	299	25.22	65.7	56.6	285	19.86	113.87	100.0	268	37.31	(0)
	103.6	(0.01)		25.93	(0.1)	16.32	(0.8%)	40.08	96.3	96.3	70.1	75.4	299	25.22	65.7	56.6	285	19.86	113.87	100.0	268	37.31	(0)	282
	106.6	(0.01)		25.93	(0.1)	16.32	(0.8%)	40.08	96.3	96.3	70.1	75.4	299	25.22	65.7	56.6	285	19.86	113.87	100.0	268	37.31	(0)	282

表-15 相对付着強度(異型鉄筋の場合)

鉄筋の位置	$\delta = 0.025\text{mm}$										$\delta = 0.025\text{mm}$																									
	基準コンクリート					現場使用配水					新設水(トレミー管1本)					新設水(トレミー管2本)																				
部	位置	強度	コンクリート強度	コンクリート強度	コンクリート強度	強度	コンクリート強度	コンクリート強度	コンクリート強度	コンクリート強度	強度	コンクリート強度	コンクリート強度	コンクリート強度	強度	コンクリート強度	コンクリート強度	コンクリート強度	強度	コンクリート強度	コンクリート強度	コンクリート強度														
橋	上部	17.6	39.0	31.4	299	5.15	3.68	3.92	285	2.94	5.15	6.02	268	2.47	5.14	2.67	282	0.95	32.4	26.7	299	8.93	1.47	1.72	285	1.47	4.1	4.9	268	1.83	1.97	282	0.70			
		37.5	(9.65)	(0.31)	440	(4.0)	(1.1%)	2.94	(0.92)	(0.23)	359	(14.0)	(4%)	2.36	(13%)	1.84	(0.69)	(20.5)	(7%)	35.3	(6.53)	(0.24)	(4.0)	(1%)	0.74	(0.92)	(0.53)	359	(14.0)	(4%)	2.94	(0.92)	(0.23)	359	(14.0)	(4%)
		中部	52.5				6.62				11.03					2.43				47.0					4.41				9.31					1.22		
	下部	54.1	54.3	299	18.16	14.71	16.77	285	5.88	4.66	7.85	268	2.93	17.54	9.98	282	3.54		54.9	50.95	299	17.04	10.29	12.8	285	4.49	3.68	6.5	268	2.43	8.31	282	2.95			
		52.9	(1.8)	(0.01)	425.3	(13.27)	(8%)	15.44	(6.75)	(0.4)	358	(44.39)	(12%)	2.54	(13%)	7.55	(0.76)	(23.54)	(8%)	3.95	(0.08)	(15.27)	(8%)	2.94	(9.08)	(0.71)	358	(44.39)	(12%)	2.94	(9.08)	(0.71)	358	(44.39)	(12%)	
		下部	58.8				47.8				29.41					17.52				55.1					46.3			19.85					14.6			
橋	上部	60.3	57.3	299	19.16	32.4	37.6	285	13.26	13.97	31.69	268	8.09		17.52				58.8	53.2	299	17.79	31.6	31.1	285	10.91	11.03	15.44	268	5.76	0	282	5.18			
		52.9	(2.19)	(0.06)	420	(0)	33.1	(7.10)	(0.19)	307.5	(20.3)	(8%)	8.69	(0.2%)	17.52	(0)			45.6	(5.56)	(0.1)	(0)	(0%)	15.4	(12.62)	(0.41)	307.5	(20.3)	(8%)	4.41	(0.29)	(0.5)	6.19	(0.2%)		
		下部	41.2				2.94				29.41					17.52				55.1					46.3			19.85					14.6			
	中部	27.9	35.5	299	11.87	1.47	2.94	285	1.03	2.94	2.21	268	0.82	1.47	0.73				30.1					2.94			1.47					0.73				
		37.5	(5.61)	(0.16)	375	(1.0)	9.47	(0.41)	(10.90)	(3%)	4.41	(0.73)	(0.33)	(4%)	2.92	(0.91)	(0.53)	(13%)	34.6	(4.31)	(0.14)	(1.0)	(0.2%)	0.74	(0.92)	(0.53)	333.5	(10.59)	(3%)	0.37	(0.32)	(13.0)	0.38	(0.35)	(0.36)	(13%)
		下部	41.9				2.94				4.66					2.43				35.8					1.47			4.66					1.23			
橋	上部	42.2	42.05	299	14.06	2.21	9.40	285	3.30	22.8	13.73	268	5.12	17.52	9.98	282	3.54		39.4	37.6	299	12.58	2.21	9.10	285	3.19	18.88	11.77	268	4.39	4.68	282	1.73			
		37.5	(9.15)	(0.004)	382.5	(5%)	9.56	(6.36)	(0.66)	296	(73.42)	(25%)	4.88	(8%)	7.54	(0.76)	(15.17)	(5%)	38.2	(1.8)	(0.05)	(18.26)	(5%)	9.56	(6.67)	(0.73)	286	(7.11)	(0.6)	(21.45)	4.18	(3.65)	(0.75)	(15.17)	1.58	
		中部	41.9				2.94				4.66					2.43				35.8					1.47			4.66					1.23			
	下部	54.4	51.5	299	17.22	29.4	20.97	285	7.04	4.41	4.78	268	1.78	22.63	22.36	282	8.28		38.2	46.6	299	15.59	29.4	18.37	285	6.45	4.41	4.78	268	1.78	22.63	21.54	282	7.64		
		61.8	(9.86)	(0.19)	494.5	(28.59)	(7%)	2.9	(12.15)	(0.61)	288	(6.97)	(0.08)	1.64	(7%)	0.73	(0.73)	(0.03)	49.3	(6.03)	(0.13)	(7.7)	2.9	(11.26)	(0.61)	288	(0.61)	6.38	(0.37)	(0.37)	(0.08)	(0.05)	(0)	7.28		
		下部	38.2				27.9				5.15					24.09				38.2					22.8			5.15					20.44			

表一16 相対付着強度(普通丸鋼の場合)

試水の位置	δ = 0.25mm						δ = 0.025mm																											
	基準コンクリート		現場使用混水		新混水(トレミー管2本)		基準コンクリート		現場使用混水		新混水(トレミー管1本)																							
	強度 平均値	強度 標準偏差	強度 平均値	強度 標準偏差	強度 平均値	強度 標準偏差	強度 平均値	強度 標準偏差	強度 平均値	強度 標準偏差	強度 平均値	強度 標準偏差																						
上部	16.9	19.8	18.52	2.99	6.19	3.7	3.96	285	1.39	2.94	8.68	268	3.21	14.0	14.88	299	4.98	0.7	3.06	285	1.07	2.94	7.35	268	2.74	2.92	8.66	282	3.00					
中部	22.1	14.7	(2.53)	440	(4.0)	4.21	0.35	(14.0)	359	(4.4)	1.10	13.97	(35.0)	3.12	(14.0)	440	(4.0)	3.38	2.9	(0.47)	(35.0)	0.85	14.7	(8.82)	280	(35.0)	2.63	14.7	(8.82)	289.5	2.92			
下部	19.1	25.0	19.1	22.79	6.6	22.79	6.6	22.79	6.6	22.79	6.6	22.79	6.6	16.2	16.2	1.9%	5.1	5.1	17.1	17.1	17.1	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54		
下部	25.7	30.9	25.7	29.9	8.60	26.59	13.23	285	4.64	8.82	5.9	10.29	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53
下部	20.6	26.5	20.6	29.9	8.60	26.59	13.23	285	4.64	8.82	5.9	10.29	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53	21.53	23.53
下部	26.5	29.4	30.74	299	10.28	7.4	15.16	285	5.32	0.73	5.14	4.39	268	1.77	24.3	23.24	299	7.77	7.4	13.24	285	4.65	1.47	4.23	268	1.58	7.35	5.00	382	1.77				
上部	25.7	25.7	5.06	375	(7.15)	20.6	(7.15)	333.5	(10.50)	15.97	8.83	(5.44)	290	(43.5)	17.6	(3.38)	375	(1.0)	19.1	(6.26)	(0.47)	(10.50)	3.97	12.5	(4.81)	290	(13.0)	8.83	(2.84)	340.5	1.47			
中部	39.7	32.4	0.16	(0.2%)	6.20	23.5	(0.47)	(3.0)	4.55	2.2	1.47	1.19	(4.5)	1.47	(13%)	24.3	24.3	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4		
下部	33.1	29.9	31.5	299	10.54	8.3	7.6	285	2.67	9.31	3.92	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	
下部	29.4	33.3	29.9	11.14	12.5	9.8	285	3.44	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	
下部	39.0	4.11	404.5	(28.50)	8.23	6.6	(5.47)	388	(0.56)	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	

表-17 相対付着強度(普通丸鋼の場合)

鉄筋の位置 水平位置 垂直位置	$\delta = 0.25 \text{ mm}$				$\delta = 0.025 \text{ mm}$				
	新泥水(トレミー管1本)				新泥水(トレミー管1本)				
	付着 実測値	強度 平均値	コンクリ ー1強度	相対 付着強度	付着 実測値	強度 平均値	コンクリ ー1強度	相対 付着強度	
主 央 部	上	5.88				5.88			
		10.29	6.37	270	2.36	10.29	6.37	270	2.36
		2.94	(3.02)	280 (35.0)	2.28	2.94	(3.02)	280 (35.0)	2.28
		(0.47)				(0.47)			
	中	17.65				13.24			
		10.29	13.97	270	5.17	9.56	11.4	270	4.22
			(3.68)	309.3 (39.52)	4.52		(1.84)	309.3 (39.52)	3.69
		(0.26)				(0.16)			
	下	27.21				14.71			
		25.74	26.48	270	9.81	25.74	20.23	270	7.49
			(0.73)	249.5 (0.5)	10.6		(5.52)	249.5 (0.5)	8.11
		(0.03)				(0.27)			
端 部	上	2.21				2.21			
		1.47	1.84	270	0.68	1.47	1.84	270	0.68
			(0.37)	290 (13.0)	0.63		(0.37)	290 (13.0)	0.63
		(0.2)				(0.2)			
	中	6.62				5.15			
		16.91	11.52	270	4.27	12.5	9.56	270	3.54
			(4.23)	281.3 (21.45)	4.10		(5.37)	281.3 (21.45)	3.40
		(0.37)				(0.56)			
	下	8.09	8.09	270	3.00	5.88	5.88	270	2.18
			(0)	291.5 (19.5)	2.78		(0)	291.5 (19.5)	2.02
			(0)				(0)		

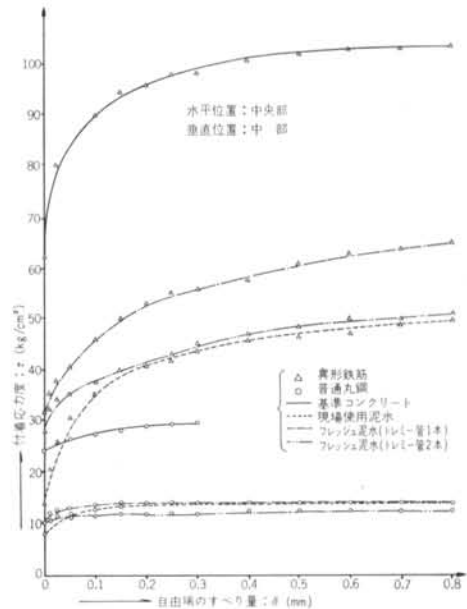
表—18 相対付着強度(普通丸鋼の場合)

力度, および標準供試体圧縮強度に対する割合(相対付着強度), コンクリートコアの圧縮強度に対する割合をそれぞれ算定して示した。

B. 垂直位置と相対付着強度の関係

各試験体の垂直位置(上部, 中部, 下部)と相対付着強度との関係を, 試験体の中央部と端部に分けて示すと図—26～図—27のようになる。ほとんどの場合, 上部の強度が下部に比べて低下している。また, 水平位置では端部が中央部に比べて強度低下が大きくなっている。しかし, トレミー管を2本で打設したものは, 中央部と端部の差が少なくなっている。このことは, 壁体強度のパラッキを少なくするためには, トレミー管の本数を増や

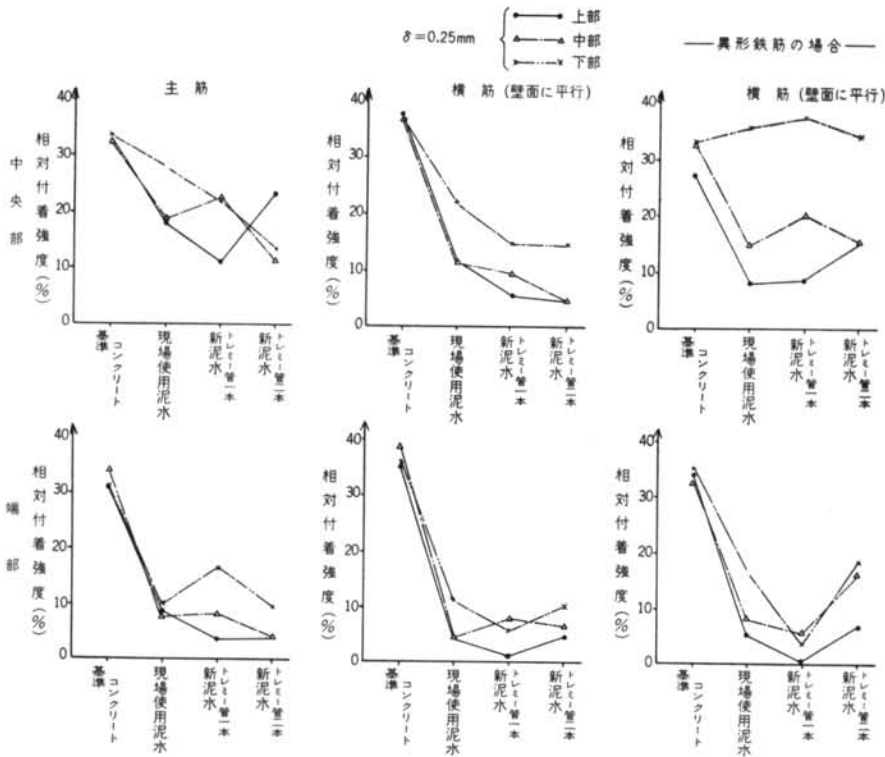
して, コンクリートを水平に上昇させる必要があることを示している。試験体の種類別では, 泥水を使用しないでコンクリートを打設した基準コンクリートに比べて, 他の条件のものは相対付着強度がいずれも低下している。そして, 練り混ぜ直後の泥水を使用したものの傾向が著しい。このことは, 練り混ぜ直後の初期配合泥水は, ベントナイト量が多いためセメントの影響によるゲル化が促進されるので, ゲル化物が多量に出来, それが付着強度に悪影響を及ぼしていることを示している。



図—25 自由端移動量—付着応力度: 横筋(壁面に直角)

3.4 考察

コンクリート圧縮強度は, トレミー管近くでは, いずれも標準圧縮強度以上のものが得られている。しかし, 壁体の継手方向に近い部分では, セメントとベントナイトが反応してゲル化したものが部分的に混入あるいは付着しており, そのためコンクリートが充填されていない部分が多かった。このことは, ベントナイト濃度, コンクリートの施工法などによりゲル化物の生成が異なるので, 泥水管理には十分な注意が必要であることを示している。鉄筋とコンクリートとの付着強度についても同様に, ほとんどの場合, 端部の強度が低下している。しかし, トレミー管2本で打設したものは, 中央部と端部の差が少なくなっていることから, トレミー管の本数を受け持ち面積を小さくすることによって壁体強度, パラッキを少なくできるものと考えられる。



図—26 垂直位置と相対付着強度

§ 4. 実験シリーズ No.III (実物施工実験)

4.1 概要

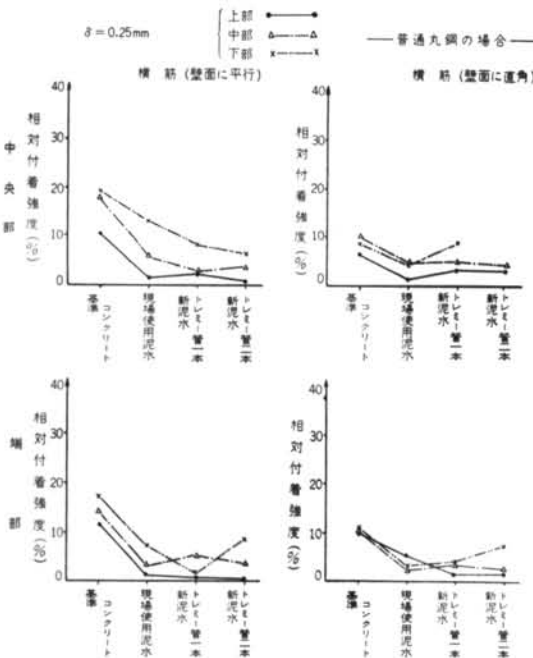
実験は、SSS 工法 (Shimizu Substructure System) として決定した個々の手段を一連の作業工程にのせ、各施工段階における施工性の確認ならびに壁体出来上りの確認をすること、および構造設計に必要な資料を取得するために行なったものである。鉄筋コンクリート造地下4階の構築物を想定して、柱、はり、ならびに壁を内蔵した構造体を施工したものである。本報告では、実験の概要とベントナイト泥水中に打設したコンクリート強度、および鉄筋とコンクリートの付着強度を中心に述べる。

4.2 実験計画

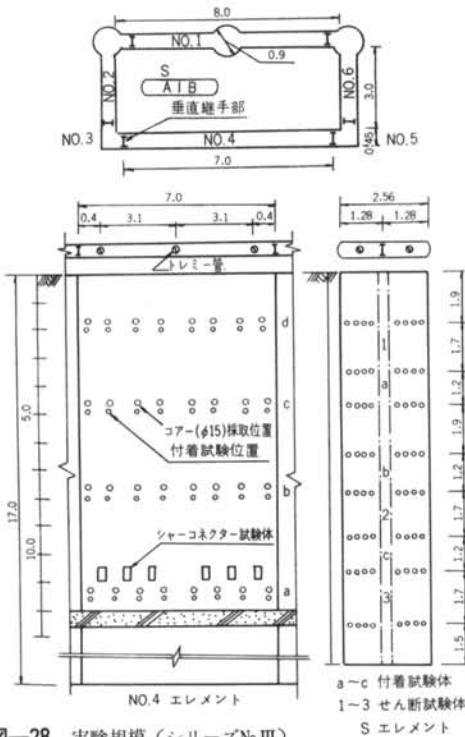
4.2.1 施工概要

A. SSS 構造体規模

実験は図—28に示すように、縦3.9m、横8.9m、深さ17m、壁厚45cmのSSS壁を井型に施工し、中央に、付着試験、せん断試験、および壁体底部確認用のSエレメントを作製した。そして内部をGL-14mまで掘削すると共に、所定の試験体採取した。壁体には、本工法の特徴のひとつである柱の組み込みを行なうために、壁厚より大きな円形柱(直径90cm)を設け、アースドリル機



図—27 垂直位置と相対付着強度



図一28 実験規模(シリーズNo.III)

で柱位置に孔をあけ、これにウォールドリル機で重ね合わせる工法を採用した。

B. 施工方法

SSS 構造体の施工にあたっては、全体を6分割して、掘削、底ざらい、垂直継手施工部材ならびに鉄筋かご挿入、コンクリート打設の順序で部分的に施工を行なった。

4.2.2 掘削

掘削は、写真一1に示す清水式方向制御装置付き利根掘削機で行なった。1ロッドの掘削幅は2.55mで、これを重ね合せ、長さ8.9m部分2カ所、長さ4.1m部分2カ所、長さ2.55m部分(S元素)1カ所の合計5回の掘削を実施した。

4.2.3 泥水管理

A. 泥水調合

使用した泥水の基本調合は表一19に示す通りである。

B. 泥水管理

泥水管理は、供給タンク、沈殿タンク、掘削孔内、およびコンクリート打設時における泥水について行なった。試験はAPI規格に基づいて、粘性、比重、泥壁厚さ、ろ過水量、水素イオン濃度(pH)、砂分量およびベンナイト含有量を測定した。品質管理基準を表一20に示す。これらの管理基準に入らない場合は、所定の対策を採用して、たえず基準内に入るようにした。また、基準



写真一1 清水式方向制御装置付き利根掘削機

	ベント イトナ	CMC	分散剤	粘性降 下剤
実験現場	6%	0.05%	0.10%	0.10%

表一19 泥水基本配合(シリーズNo.III)

測定項目	適正範囲
比 重	1.01~1.20
粘 性 (秒)	21 ~ 30
ろ過水量	0 ~ 30
泥 壁 厚 (mm)	0 ~ 3
pH	8.0 ~ 10.0
砂 分 量 (%)	0 ~ 20

表一20 品質管理基準

外になった泥水は、各種の処理実験を行ない、凝固させて排出した。

4.2.4 鉄筋かご

鉄筋かごは、上部7m、下部10m、計17mのものを鉄筋かご製作用構台上で作製した。主筋はD22、配力筋はD13の異型鉄筋を使用した。柱を組み込んだ鉄筋かごの

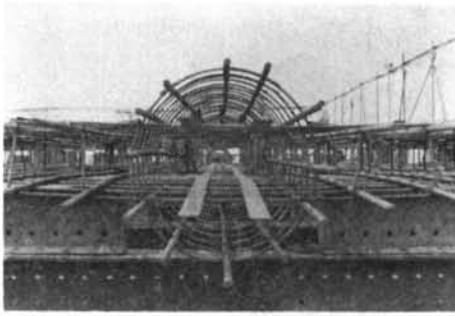


写真-2 柱を組み込んだ鉄筋かご

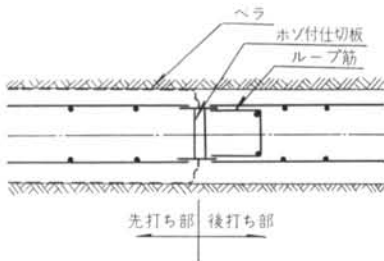


図-29 垂直継手構成図

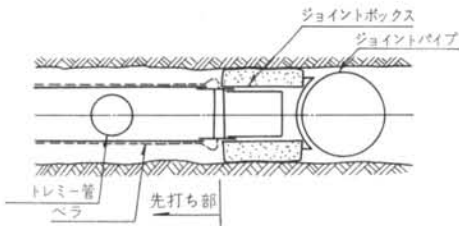


図-30 垂直継手施工部材

例を写真-2に示す。

4.2.5 垂直継手方法

SSS構造体の垂直継手は、面内せん断力、面内引張力および面外曲げ力に対する構造的な一体性を確保するとともに、優れた止水性を有する構造でなければならない。このため垂直継手に関しては各種の実験を行ってきたが、これらの実験結果から本実験では、図-29～図-30に示す方法で行なった。ホゾ付仕切板はエレメント両側端の型枠であり、ヘラは、ホゾ付仕切板と溝壁との空隙を仕切る役割を有し、コンクリートの流動圧力によって溝壁に密着し、コンクリートの隣接エレメントへの流出を防止する役割を持っている。ジョイントボックス、ジョイントパイプは、鉄筋かごの垂直精度を確保して、側圧に対する仕切板の横移動を防止している。

4.2.6 コンクリート

A. コンクリート調合

コンクリートの調合は表-21に示す通りである。

細骨材粒大	粗骨材粒大	W/C (%)	スランブ (cm)	1 m ³ 当りの重量調合 (kg/cm ³)				
				セメント	水	細骨材	粗骨材	AE剤
2.5	25	52.4	20	330	173	328	1034	825 g

表-21 コンクリート調合 (シリーズNo. III)

B. コンクリート打設方法

泥水中へのコンクリート打設は、直径20cmの円形トレミー管および吐出力を大きくするため図-31に示す楕円型トレミー管を使用して行なった。そして、コンクリートの圧力でベラを溝壁面に押し付け、隣接エレメントへのものを防止しているため、トレミー管は、仕切板近くに配置するとともに、壁面長さ7mのものは、中央に1本配置してコンクリートを打設した。接続順序は下記の通りであり、トレミー管内でのコンクリートの閉塞が起これば切離しを行なった。

楕円型：受ホッパー 1 m, 1 m, 3 m, 3 m, 3 m, 3 m, 1 m, 1 m, 1 m

円型：受ホッパー 1 m, 3 m, 3 m, 3 m, 3 m, 2 m, 1 m, 1 m

No. 1～No. 4までは泥水中にコンクリートを打設したが、No. 5～No. 6は泥水を清水に置換してからコンクリートを打設した。これらコンクリート打設開始時には、円型、および楕円型のプランジャーを押し出して、トレミー管内部の泥水および清水を押し出して施工した。トレミー管の接続作業が慣れないために、6分程度時間を要しているが、その外はほぼ連続して打設した。打設速度は、平均して1時間当たり15 m³である。

4.3 試験方法

4.3.1 コンクリート上昇面の測定

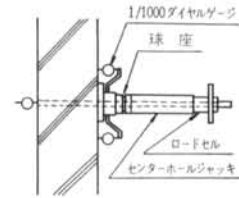
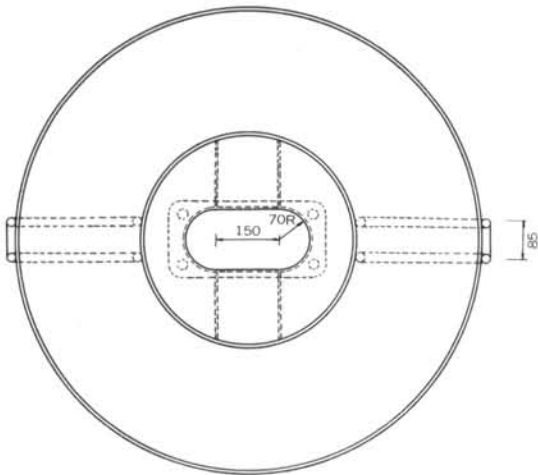
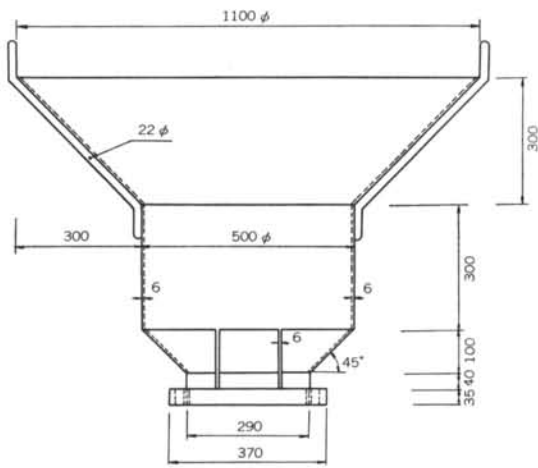
コンクリートの上昇過程は検尺で測定した。トレミー管の配置と測定位置は先に述べた図-28に示す。

4.3.2 コンクリート強度試験

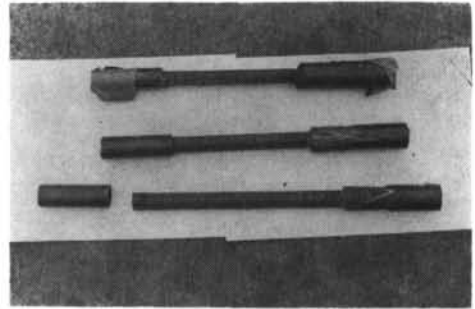
コンクリート試験は、標準供試体および出来上がったSSS構造体よりコンクリートコアを抜き取ったものについて行なった。採取位置をNo. 4、Sエレメントについて図-28に示す。採取後、カッターで両面を切断してキャッピングし、側面にゲージを取り付け、圧縮強度、静弾性係数を測定した。

4.3.3 付着強度試験

試験体の埋め込み位置は図-28に示した通りである。Sエレメントは各ブロック別にコア採取部分を切断して地上に引出し、試験鉄筋を露出させて、それに鉄筋を継ぎまし図-32の様にASTM方式に準じて引抜き試験を行なった。No. 4エレメントはD16の横筋を壁体より直



図—32 付着試験方法



写真—3 付着試験体

接引抜き試験を行なった。Sエレメントは自由端、載荷端を測定したが、No.4エレメントは自由端が測定できないため、載荷端のみ行ない、壁幅7mにおける付着力の分布について検討した。鉄筋は、付着部(15cm)以外はコンジェットパイプによりコンクリートと絶縁した。写真—3に試験体を示す。試験時における載荷は30tonセンターホールジャッキを使用し、荷重検出には、ロードセルを使用した。

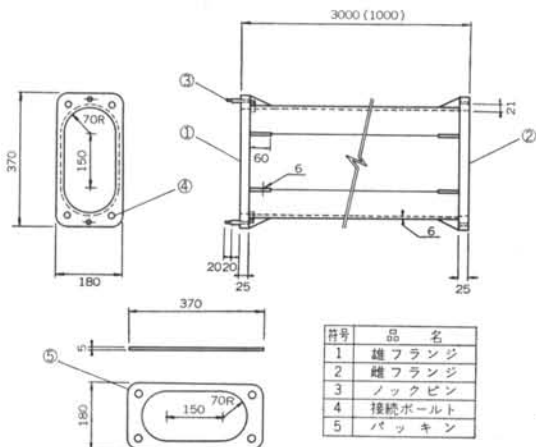
4.4 実験結果と検討

4.4.1 泥水管理試験結果

コンクリート打設開始前の泥水測定結果は表—22に示すとおりである。

4.4.2 コンクリート打設結果

コンクリート上昇面を検尺で測定した結果、トレミー管周辺がわずかに盛り上がっているが、全体的に水平に上昇してきている。コンクリート打設開始前にはスライムはほとんど無かったが、17mコンクリート打設完了時



図—31 楕円型トレミー管形状

採取位置	粘性 (sec)			比重	ろ過水量 (cc)	泥壁厚 (mm)	砂分量 (%)	pH
	1	2	3					
No.1 エレメント	19.8	19.8	19.8	1.025	48.5	2.0	0.5	7.8
No.2 エレメント	22.0	22.0	22.0	1.040	22.4	0.8	3.5	9.4
No.4 エレメント	24.8	24.6	23.9	1.055	20.0	1.0	8.0	7.8
No.6 エレメント	19.6	18.8	19.2	1.008	60分以内 50cc以上	—	0.5	7.6
S エレメント	25.7	25.3	25.5	1.075	24.6	1.8	10.0	10.0

表—22 泥水測定結果 (シリーズNo.III) 一深さ10m地点—

には、途中でゲル化物が生成されたため10~30cm程度のスライム層があった。

4.4.3 コンクリート強度試験結果

コンクリート標準供試体およびコアの圧縮強度試験結果を図-33に示す。材令は99日で2~3日の差はあるが、平均値で390kg/cm²となっており、4週圧縮強度に換算しても設計基準強度210kg/cm²を十分満足する値を確保している。また、深さが増すに従って強度が増加する傾向を示している。今回の実験では、No.4エレメントはトレミー管3本で打設したため作業時間は3時間を要した。このため、トレミー管配置間隔によるコンクリート強度への影響は見られなかったが、部分的にゲル化物が混ざっているのが見られた。これは壁体上部に多く、コンクリートの流動圧が小さいために泥水との接触時間が長く、ゲル化物が混入したためと思われる。これらコンクリート圧縮強度と同時に測定した静弾性係数の結果を図-34に示す。普通コンクリートと同程度の値を示しており、深さ方向あるいは壁長さ方向の差異は見られなかった。

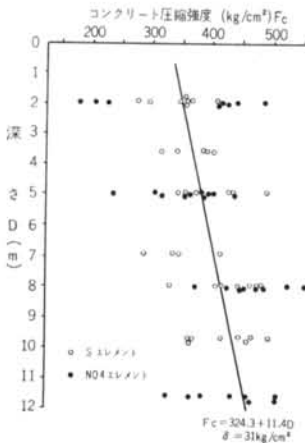


図-33 コンクリート圧縮強度試験結果

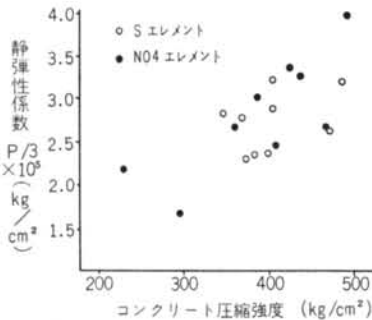


図-34 静弾性係数測定結果

4.4.4 付着強度試験結果

Sエレメントにおける付着強度試験結果を表-23に示す。本実験では、D22の主筋の付着強度は、横筋D16の0.25mm移動時より大きい値で、しかも自由端移動時が0.1mm以下で鉄筋継手部が降伏して測定できなかった。また横筋の自由端の荷重と移動量からは、最大荷重時の付着応力度と0.25mm移動時の付着応力との差が小さく、余裕がなくなっている。No.4エレメントの壁長さ7mにおける最大付着応力度の測定結果を示すと図-35の通りになる。付着強度はコンクリート打設時の施工状況、およびベントナイト泥水などの影響を受けて大きなバラツキを示しており、壁幅7m方向におけるトレミー管配置による差異は認められなかった。

位置	種類	No.	0.25mm移動時 τ (kg/cm ²)	最大荷重時 τ (kg/cm ²)	コア 圧縮強度 F (kg/cm ²)	τ/F (%)
主	B-2	1	—	—	402	—
		2	120	>122		29.9
		3	137	>143		34.1
	B-3	1	—	—	424	—
		2	—	>129		30.4
		3	—	—		—
B-4	1	—	>114	377	30.3	
	2	—	>107		28.4	
	3	—	—		—	
横	B-2	1	70	97	402	17.5
		2	100	103		24.9
		3	99	129		24.7
	B-3	1	—	—	424	—
		2	130	131		30.6
		3	129	131		30.4
B-4	1	77	119	377	20.6	
	2	126	132		33.4	
	3	123	127		32.5	

表-23 Sエレメント付着試験結果

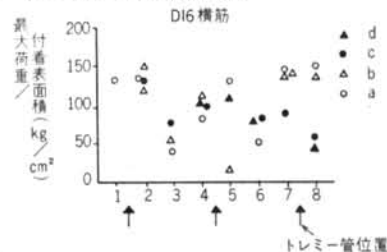


図-35 壁長さ7mの付着試験結果(シリーズNo.III)

4.5 考察

今回の実験では、現場の実状にあわせた泥水管理を行わない、一連の作業工程にのせて壁体を作製したが、コンクリート強度と付着強度に関連して次のことがいえる。

1) ベントナイト泥水の管理を十分に行なうことにより、またトレミー管による泥水とコンクリートの置換を円滑に行なえば、設計強度以上のコンクリート強度が得られる。この時コンクリートの上昇面に差が生じない様に水平に打設する必要がある。

2) 壁体上部のコンクリートを打設する場合、流動圧が小さくなるとともに、下部から堆積されたゲル化物が多くあるため、コンクリートに混入されコンクリート強度のパラツキが大きくなりやすい。したがってゲル化物を廃棄する対策を行なう必要がある。

3) 付着強度試験結果は、全般的に良好な結果が得られているが、パラツキが大きく、泥水の影響を受けている箇所が見受けられる。

4) 自由端移動量が0.25mm時の付着強度は、短期許容応力度を上まわっているが、荷重すべり曲線で検討すると最大付着応力度に対する余裕が小さくなっている。

5) 主筋の付着強度は横筋の付着強度より大きい。

6) 壁幅7mのものでは、深さ方向、およびトレミー管位置の関係、垂直継手からの距離による明確な影響は見られなかった。

§ 5. 現場調査例

5.1 概要

実際に地下構造壁として SSS 工法により施工された SSS 構造体のコンクリート強度、鉄筋とコンクリートの付着強度を調査するために行なった。対象現場は第3地方合同庁舎地下駐車場建築工事、Bランプ中央壁体部分である。

5.2 実験計画

5.2.1 試験体の形状と配置方法

付着試験体は図-36に示すように、壁面に平行なものと、壁面に直角なものを配置した。鉄筋とコンクリートの接する付着試験部分は長さを15cmとした。他の部分はコンジレットパイプで覆いコンクリートと鉄筋が接触しないようにした。

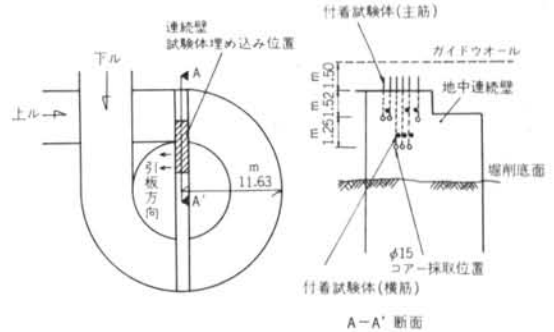


図-36 付着試験体配置図

5.2.2 試験方法

A. コンクリート圧縮強度試験

付着試験用鉄筋の先端に当る様にコンクリートコアを採取し、カッターで両面を切断した後、キャッピングしてから圧縮強度を測定した。

B. 付着強度試験

付着強度試験は、自由端の先端部分をコンクリートコアで切抜き露出させてから1/1000mmダイヤルゲージを取りつけ、センターホールジャッキ (30 ton) を用いて行なった。

C. 施工条件

コンクリート打設直前の泥水の性質とコンクリートの調合を示すと表-24のとおりになる。

5.3 実験結果と検討

5.3.1 コンクリート圧縮強度試験結果

採取したコンクリートコア圧縮強度試験結果は表-25のとおりである。

コンクリート調合	細骨材 2.5mm以下	粗骨材 25mm以下	W/C (%)	スランプ (cm)	1 m ³ 当りの重量調合 (kg/m ³)					
					セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤	
			50.6	20	362	183	748	1028	103 ^R	
泥	採取位置	比重	粘性 (sec)	ろ過水量 (cc)		壁厚 (mm)	砂分 (%)	pH	判定結果	
	-2 ^m	1.11	25.2	25.2	25.2	27.5	3.0	3.5	9.4	可
水	-16 ^m	1.12	26.0	26.0	26.0	29.0	3.0	2.0	9.4	可

表-24 コンクリート調合と泥水の性質

No	圧縮強度 (kg/cm ²)	平均 (kg/cm ²)
A-1	240	235
A-2	219	
A-3	246	
B-1	210	223
B-2	248	
B-3	211	

表-25 コンクリートコア圧縮強度試験結果

5.3.2 鉄筋とコンクリートの付着強度試験結果

鉄筋の引抜試験結果から、付着応力度と自由端移動量の関係を示すと図-37～図-38のようになる。付着応力度と自由端の滑りからわかる様に、主筋においては高さ方向の違いが明確に現われているが、横筋では見られない。そして横筋の自由端移動曲線は主筋に比べて低くなっている。この曲線から $\delta=0.25\text{mm}$ の時の付着応力度を種類別に示すと表-26の様になる。相対付着強度 (τ/F_c) は、短期許容応力度を上まわっているが、荷重—滑り曲線に見られるように、最大付着応力度に対する余裕が他の場合に比べて若干少なくなっており、この傾向は横筋に著しい。

種類	記号	0.25mm移動した時 τ (kg/cm ²)	最大荷重時 (kg/cm ²)	コンクリートコア平均圧縮強度 (kg/cm ²)	τ/F_c (%)
主筋	A-1	63	192	235	26.8
	A-2	57	181		23.2
	A-3	64	187		27.3
筋	B-1	106	130	223	47.6
	B-2	105	138		47.1
	B-3	108	202		48.5
横筋	A-1	57	118	235	24.2
	A-2	45	94		19.1
	A-3	19	68		8.1
筋	B-1	63	165	223	28.2
	B-2	60	112		26.9
	B-3	53	116		23.8

表-26 相対付着強度

§ 6. 総括

6.1 泥水中へのコンクリート打設方法

ベントナイト泥水中にトレミー管を使用してコンクリートを打設する場合、泥水の管理状態およびコンクリートの打設方法によってはゲル化物の生成が著しくなり、特に、壁体上部にゲル化物の部分的混入をきたしコンクリート強度および付着強度を低下させることになる。このためベントナイト含有量は6～8%として、コンクリート打設はすみやかに進めなければならない。

6.2 泥水管理

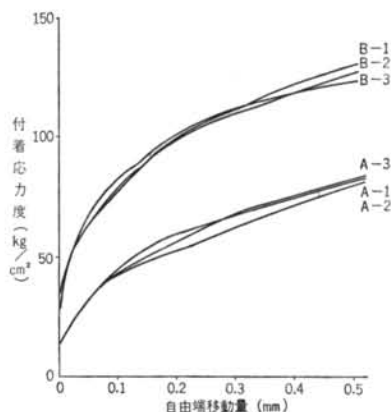


図-37 主筋 (D22) 付着応力度

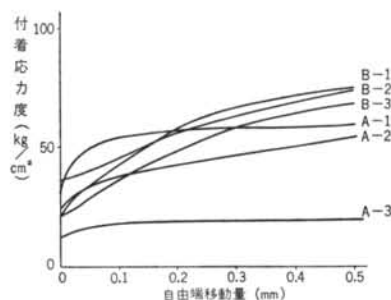


図-38 横筋 (D16) 付着応力度

ベントナイト泥水は安定液工法においては、重要な要素を持っているが、上記実験結果からわかるようにセメントとの影響を受けてゲル状となったり、地盤中の土砂を混入して性質が変化する。このため、地盤の崩壊防止ゲル化物によるコンクリート強度の低下、鉄筋とコンクリートの付着強度低下を防止するには、これら泥水の品質管理規準を設け施工しなければならない。

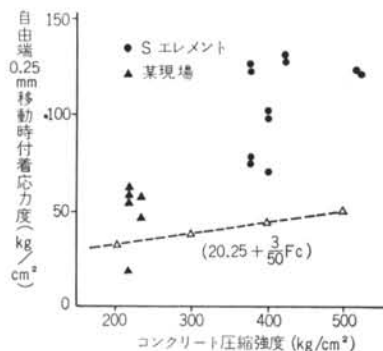
6.3 コンクリート強度

上記の実験結果から、トレミー管を使用してコンクリートを打設する場合、トレミー管のコンクリートへの埋め込み長さ、トレミー管の揺動、壁長さに対するトレミー管配置本数、生コン車の配車間隔などに注意して、コンクリートを水平にすみやかに打設すれば、コンクリート強度は設計基準強度を上回ったものが得られる。

6.4 鉄筋とコンクリートの付着強度

シリーズNo. I の実験結果からわかる様にベントナイト泥水に添加剤を加えることによってゲル化物の生成量を減らし付着力を増加させる。しかし、ベントナイト含有量が10%以上になると、ゲル化物の影響が大きくなる。

コンクリート圧縮強度と自由端移動量 $\delta=0.25\text{mm}$ 時の



図—39 コンクリート強度と附着応力度

関係について、シリーズNo.IIIおよび現場調査結果を合わせて示すと図—39のようになる。点線は建築学会鉄筋コンクリート構造計算規準同解説による異型鉄筋短期許容附着応力度を示す。このことから、曲げ材一般の許容附着応力度としては、現規準より10%低下した値を採用することができる。

最後にこの報告は、当社 SSS 工法の開発に関連して行なった一連の実験結果に基づくものである。実験に関しては、地中連続壁開発委員会の諸氏の協力を得ると共に、相模機械工場の方々、機動課の方々、また第3地方合同庁舎新築工事、LNG 地下タンク建設工事現場の方々の協力を得た。末筆ながら、ここに謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 馬場、鈴木他：“地中連続壁施工におけるコンクリートと鉄筋の附着強度に対する各種泥水の影響” 日本建築学会大会学術梗概集（関東）昭和45年9月
- 2) 鈴木忠彦、岡田武二：“連続壁壁体のコンクリート強度および鉄筋の附着強度に関する実験” 日本建築学会大会学術梗概集（近畿）昭和46年11月
- 3) 遠藤、川崎他：“ベントナイトスラリーのコンクリートに及ぼす影響” 日本建築学会大会学術梗概集（中国）昭和43年10月
- 4) 遠藤、川崎他：“ベントナイトスラリーの鉄筋附着力に及ぼす影響” 日本建築学会大会学術梗概集（中国）昭和43年10月
- 5) 山本康弘：“ベントナイト液中で打設したコンクリートと鉄筋との附着強度改善に関する研究” 日本建築学会論文報告集 第175号 昭和45年9月