

アルミニウム合金コーンを用いた PC 定着工法に関する研究

深 山 清 六*
 入 江 晃 弘**
 西 田 吉 孝†
 橋 口 隆††

1. はじめに

プレストレストコンクリートは、その基本概念が考え出されてから1世紀が経過した。橋梁や建築等に広く用いられるようになったのは第2次世界大戦後で、特に、1950年代には各種工法の開発やPC鋼材の引張力増加により大きく発展した。我が国においても、1950年代初頭に外国からの技術導入が開始された。その後プレストレストコンクリートの設計・施工に関する指針(土木学会:昭和30年)や規準(建築学会:昭和36年)が制定され広く用いられるようになったのである。

ここに報告するPC定着工法も1950年代にアメリカで開発されたものであり、1976年には世界最大のプレストレストコンクリートLPG船に使用され、日本でも1977年にアンダーソン博士が来日された際の講演で知られるようになったものである。ただし、この講演はコンクリートLPG船の設計・施工が主で、そこに使用されたPC定着工法の詳細は報告されなかった。

今回は、この工法の詳細とともに、種々の実験・調査により我が国での実用化の確認ができたので、ここに報告する。

なお、本報告は、土木学会のコンクリート委員会に設置された、アンダーソン工法小委員会(委員長:津野和男、幹事長:池田尚治)の指導により実施された調査研究の成果¹⁾を取りまとめたものである。

2. 本定着工法について

本定着工法は、1953年アメリカのアーサーR.アンダーソン博士によって開発された、ポストテンション方式のPC鋼材定着工法で、アンダーソン工法と呼ばれるものである(以下、ここでは本定着工法をアンダーソン工法と言う)。

使用例は、LPG用バージ・浮き消波堤・浮き

* ピーシー橋梁(株)技術第1部長
 ** ピーシー橋梁(株)技術第1部係長
 † ピーシー橋梁(株)技術第2部長
 †† ピーシー橋梁(株)技術第2部課長代理

ドック・タンク・橋梁・モノレール軌道および建築部材等広い範囲におよんでいる。

本工法の特徴は、次のとおりである。

- 1) 鋼製ソケット(めすコーン)とアルミニウム合金プラグ(おすコーン)からなるくさび定着方式で、形状がコンパクトである。
- 2) 合金プラグの使用で、再緊張が可能である。
- 3) スtrandケーブルは、3本から12本の使用が可能で、任意のプレストレス量を選定できる。
- 4) 専用グラウトキャンを用いたグラウト方式(以下アンダーソン・グラウト方式と言う)により、容易かつ確実なグラウチングができる。

本工法定着体の外観を写真-1に、形状寸法を図-

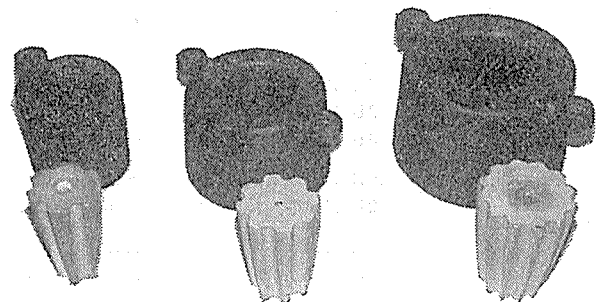


写真-1 定着体外観(左から AS 125, AS 170, AS 225)

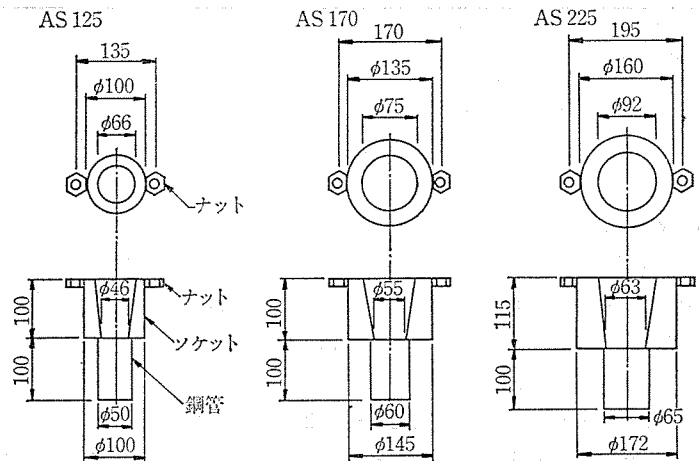


図-1 ソケット形状寸法

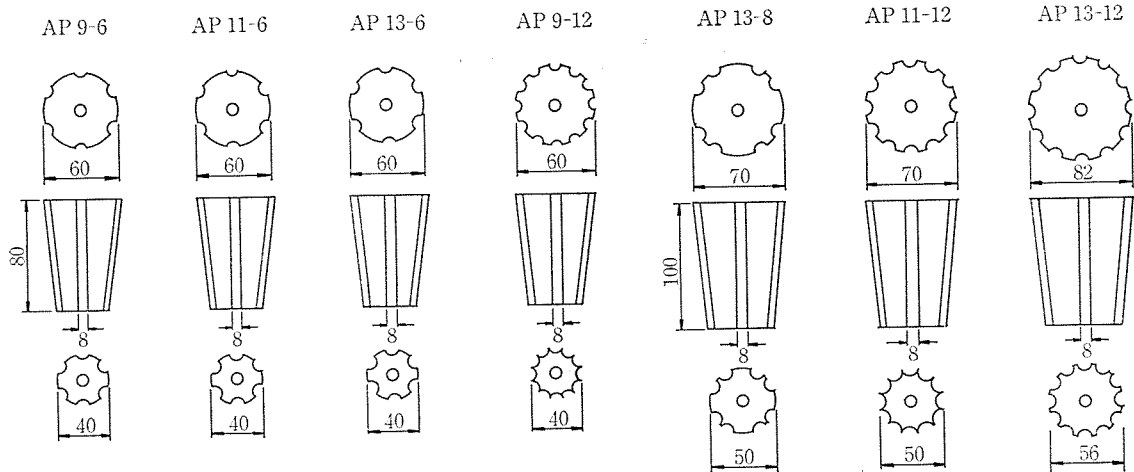


図-2 プラグ形状寸法

表-1 ケーブル構成と引張力

定着具		ケーブル構成と引張力					
ソケット	プラグ	PC 鋼より線	規格引張荷重 P_u (tf)	降伏点荷重 P_y (tf)	許容引張力 (tf)		
					プレストレッシング中	プレストレッシング直後	使用状態
AS 125	AP 9-6	3B 9.5*	31.2	26.6	23.9	21.8	18.7
		6B 9.5*	62.4	53.1	47.8	43.7	37.4
	AP 9-12	10B 9.5	104.0	88.5	79.7	72.8	62.4
		12B 9.5※	124.8	106.2	95.6	87.4	74.9
AS 170	AP 11-6	3B 11.1*	42.3	36.0	32.4	29.6	25.4
		6B 11.1*	84.6	72.0	64.8	59.2	50.8
	AP 13-6	3A 12.4*	48.9	41.7	37.5	34.2	29.3
		6A 12.4*	97.8	83.4	75.1	68.5	58.7
AS 225	AP 11-12	3B 12.7*	56.1	47.7	42.9	39.3	33.7
		6B 12.7	112.2	95.4	85.9	78.5	67.3
	AP 13-8	10B 11.1	141.0	120.0	108.0	98.7	84.6
		12B 11.1※	169.2	144.0	129.6	118.4	101.5
AS 225	AP 13-12	8A 12.4	130.4	111.2	100.1	91.3	78.2
		8B 12.7	149.6	127.2	114.5	104.7	89.8
	AP 13-12	10A 12.4	163.0	139.0	125.1	114.1	97.8
		12A 12.4	195.6	166.8	150.1	136.9	117.4
		10B 12.7	187.0	159.0	143.1	130.9	112.2
		12B 12.7※	224.4	190.8	171.7	157.1	134.6

*: 床版横締めなど薄い部材への適応性が良いケーブル構成

※: 各ソケットで最大の導入力を与えるケーブル構成

(注) PC 鋼材の許容引張荷重

プレストレッシング中: $0.8 P_u$ または $0.90 P_y$ のいずれか小さい方

プレストレッシング直後: $0.7 P_u$ または $0.85 P_y$ のいずれか小さい方

使用状態: $0.6 P_u$ または $0.75 P_y$ のいずれか小さい方

1, 2 に示す。

アンダーソン工法で使用される PC 鋼材は、JIS G 3536「PC 鋼線及び PC 鋼より線」に規定されている B 種相当の 7 本より線 9.5 mm, 11.1 mm, 12.7 mm と A 種相当の 7 本より線 12.4 mm である。

これらの PC 鋼より線と図-1, 2 に示した定着体との組合せにより 18 種類のケーブル構成ができる。土木学会「PC 標準示方書」²⁾ によるケーブル構成毎の許容引

張力と定着具の組合せを表-1 に示す。

3. 研究について

アンダーソン工法は、米国内で多くの実績を有しているが、我が国での実用化に当たり、種々の実験・調査により技術的検討を行うこととした。

また、日本に紹介された PC 工法でアルミニウム合金コーンの使用は初めてであり、アルミと鋼の異種金属の接触による問題点の有無についても検討が必要と考えた。

このような観点から次のような実験・調査を行った。

- 1) プラグの材料特性試験
- 2) ソケットの耐荷性能試験
- 3) 定着部の耐荷性能試験
- 4) 定着時 pull-in 量測定試験
- 5) 定着具の耐食性試験および調査
- 6) 実桁における施工性試験・破壊試験

3.1 プラグの材料特性試験

(1) 目的

本工法の特徴であるアルミニウム合金プラグについてその機械的性質を確認することとした。

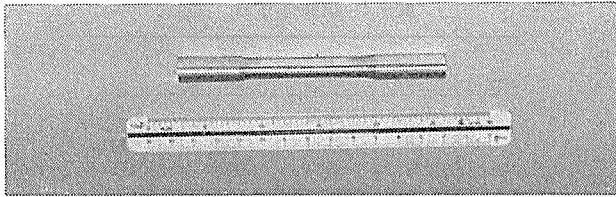
なお、使用されているアルミニウム合金は、JIS H 5202 の AC 2B 相当品とされている。

(2) 試験方法

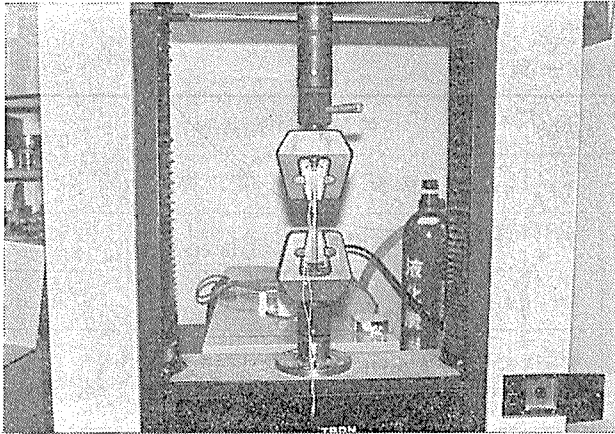
試験片は、実際のプラグから採取し、JIS Z 2241 (金属材料引張試験) に準拠して引張試験を行った。

試験片および引張試験の状況を写真-2, 3 に示す。

(3) 試験結果



写真—2 試験片 (JIS 14 A 号)



写真—3 引張試験

引張試験の結果、引張強さは 14 kgf/mm^2 以上であり、JIS H 5202 の AC 2 B 規定値と同等であった。

3.2 ソケットの耐荷性能試験

(1) 目的

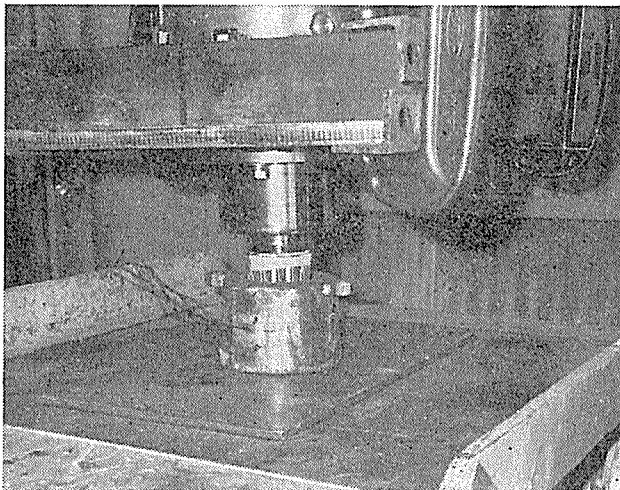
緊張・定着時の各荷重状態でのソケットの耐力および挙動を確認する。

(2) 試験方法

(i) 押込み試験

PC 鋼材の引張強さ以上の荷重を載荷するため、圧縮試験機による載荷試験を行い、ソケットのひずみを測定した。

荷重は、ソケット内にプラグと PC 鋼より線を挿入した状態で、プラグ部分に載荷した。載荷状態を写真—4



写真—4 押込み試験

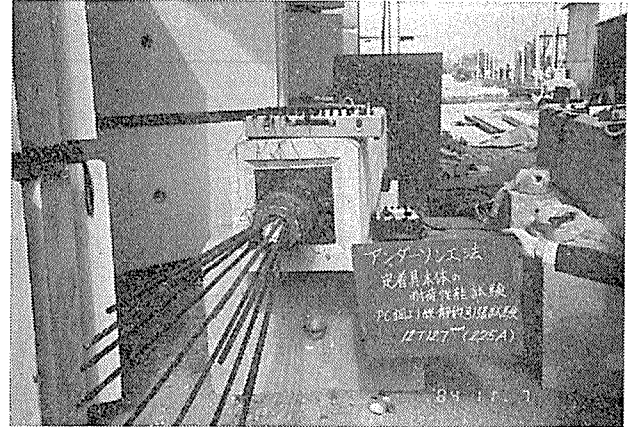
に示す。

(ii) 引込み試験

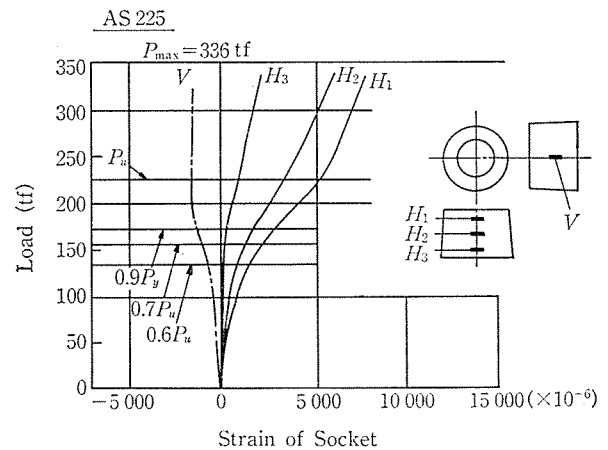
アウトコーン使用時において、PC 鋼より線を緊張し、固定側のソケットのひずみを測定した。

緊張は、アンダーソンジャッキおよびポンプを使用した。載荷状態を写真—5に示す。

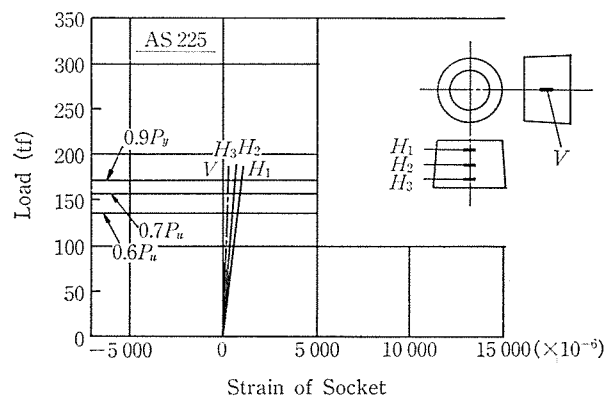
なお、各ソケットに対する載荷荷重は、各ソケットに



写真—5 引込み試験



図—3 押込み試験時ソケットひずみ (AS 225)



図—4 引込み試験時ソケットひずみ (AS 225)

◇報告(投稿)◇

において最大の導入力となるケーブル構成を対象として定めた。

AS 125 : SWPR 7 B 9.5 mm-12 本 (12 B 9.5),

$P_u = 125 \text{ tonf}$

AS 170 : SWPR 7 B 11.1 mm-12 本 (12 B 11.1),

$P_u = 169 \text{ tonf}$

AS 225 : SWPR 7 B 12.7 mm-12 本 (12 B 12.7),

$P_u = 224 \text{ tonf}$

表-2 試験体寸法 (単位: mm)

ソケット	寸法 縦 2a	横 2b	高さ (h)
AS 125	240	240	600
AS 170	290	290	700
AS 225	320	320	800

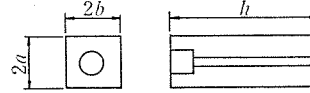


表-3 試験結果一覧

強度	試験体 番号	ソケット タイプ	ひびわれ 発生荷重 (tf)	$P = 0.9 P_y$ 時最大ひ びわれ幅 (mm)	破 壊 荷 重 (tf)	ソケットめり込み量 (mm)			試験体補強状態		備 考	
						$P = 0.6 P_u$	$P = 0.7 P_u$	$P = 0.9 P_y$	背面補強	周辺補強		
シ リ ー ズ 1	$\sigma_c = 309 \text{ kgf/cm}^2$ (B.O. テスター $\sigma_c = 284 \text{ kgf/cm}^2$)	1-A	AS 125	40	測定値 なし	55	測定値 なし	測定値 なし	測定値 なし	補強なし	スターラップ D13 ctc 125	
		1-B	"	60	"	85	1.16	"	"	スパイラル $\phi 6.35$ -12 巻	"	
		1-C	"	40	"	73	3.88	"	"	グリッド D13-1 段 (e=5)	"	
		2-A	AS 170	90	"	103	1.29	"	"	補強なし	"	
		2-B	"	80	"	118	0.91	2.34	"	スパイラル $\phi 6.35$ -12 巻	"	
		2-C	"	80	"	118	0.88	1.78	"	グリッド D13-1 段 (e=5)	"	
		3-A	AS 225	50	"	130	測定値 なし	測定値 なし	"	補強なし	"	
		3-B	"	90	"	168	1.11	1.98	"	スパイラル $\phi 9.53$ -12 巻	"	
		3-C	"	100	"	156	1.17	測定値 なし	"	グリッド D13-1 段 (e=5)	"	
シ リ ー ズ 2	$\sigma_c = 340 \text{ kgf/cm}^2$	1-D	AS 125	90	<0.05	165	0.50	0.67	0.78	グリッド D13-1 段 (e=5)	スパイラル D16 ctc 50	
		1-E	"	90	<0.05	150	0.55	0.71	0.81	スパイラル $\phi 6.35$ -12 巻	"	
		2-D	AS 170	118	<0.05	240	0.41	0.48	0.55	グリッド D13-1 段 (e=7)	"	
		2-E	"	102	<0.05	240	0.52	0.60	0.67	スパイラル $\phi 6.35$ -12 巻	"	
		3-D	AS 225	157	<0.05	300	0.39	0.47	0.52	グリッド D13-1 段 (e=10)	"	
		3-E	"	100	0.1	225	0.73	0.83	0.83	スパイラル $\phi 9.53$ -12 巻	"	載荷中に異常 あり
		1-F	AS 125	90	<0.05	157	0.64	0.82	0.95	グリッド D13-1 段 (e=5)	スパイラル D13 ctc 50	
		1-G	"	71	<0.1	125	0.71	0.93	1.11	"	スターラップ D13 ctc 50	
シ リ ー ズ 3	$\sigma_c = 360 \text{ kgf/cm}^2$ (シミュレーションハンマ $\sigma_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$)	1-H	AS 125	75	<0.05	142	0.71	0.85	0.97	グリッド D13-1 段 (e=5)	スパイラル D13 ctc 55	
		1-I	"	80	<0.05	149	0.66	0.80	0.95	"	スパイラル D16 ctc 55	
		1-J	"	75	<0.05	132	0.72	0.91	1.09	"	スターラップ D13 ctc 55	
		1-K	"	80	<0.05	144	0.64	0.78	0.92	"	スターラップ D16 ctc 55	
		1-L	"	80	<0.05	143	1.05	1.15	1.24	"	スパイラル d7.4* ctc 55	
		1-M	"	80	<0.05	151	0.51	0.64	0.76	"	スパイラル d11* ctc 55	載荷中に異常 あり

*: 異形 PC 鋼棒

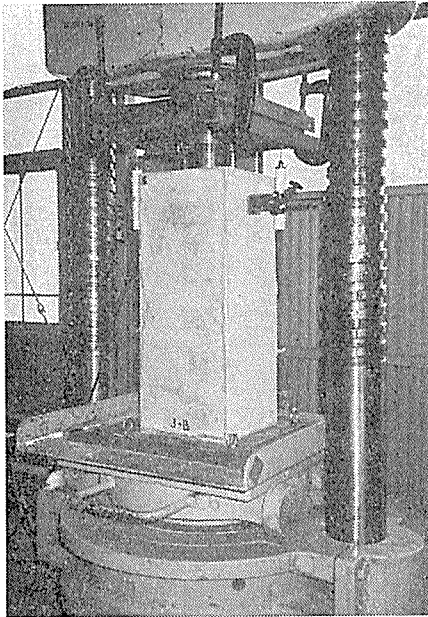


写真-6 定着部耐荷性能試験

(3) 試験結果

AS 225 の荷重-ひずみ図を 図-3, 4 に示す。

試験の結果、ソケットについて以下の事項が確認された。

- ① 最大 PC 鋼材規格引張荷重 (P_u) の 1.5 倍以上の耐力を有している。
- ② 最大 PC 鋼材降伏点荷重 (P_y) 以下の荷重状態では弾性挙動を示す。

3.3 定着部の耐荷性能試験

(1) 目的

定着部の耐荷性能を調査し、定着部の補強方法等について検討する。

(2) 試験方法

定着具を含むコンクリートブロック試験体に対して、圧縮試験機による載荷試験を行い、ソケットのめり込み量・ひびわれの状況・内部鉄筋のひずみ量および破壊耐力について調査した。載荷状態を写真-6 に示す。

試験体は直方体のコンクリートブロックであり、載荷面となる正方形断面の寸法は、各ソケットの寸法および PC 構造物における標準的鉄筋配置・かぶり等を考慮して定めたものである。各試験体の寸法を表-2 に示す。

なお、載荷荷重は“ソケットの耐荷性能試験”と同様に最大の導入力となるケーブル構成を対象とした。

(3) 試験結果

載荷試験は、補強状態を変化させながら行った。試験結果の総括を表-3 に示す。

各回の試験結果をまとめると以下ようになる。

[シリーズ1]

補強の必要な範囲は、AS 125 で定着具背面より 20

cm, AS 170 で同 25 cm, AS 225 で同 30 cm となる。

[シリーズ2]

スパイラル形状の D 16 ctc 50 mm の補強を行えば、破壊耐力は P_u (最大 PC 鋼材規格引張荷重) 以上で、 $0.9 P_y$ (最大 PC 鋼材プレストレス中の許容引張力) におけるひびわれ幅は 0.1 mm 以下である。

D 13 ctc 50 mm の補強とした場合、スパイラル筋はスターラップ筋に比べ約 25% 破壊耐力が増加する。

スパイラル形状の鉄筋を ctc 50 mm で配置した場合、D 16 と D 13 の差は破壊耐力で 5% 程度であった。

[シリーズ3]

異形 PC 鋼棒のスパイラルは補強効果が大きく、 $d=7.4$ mm で D 13 と、 $d=11$ mm で D 16 と同等以上の破壊耐力が得られた。

内部鉄筋のひずみ量は、スターラップ筋は定着具背面から 5, 10, 15 cm と下方に行くに従い大きくなるが、スパイラル筋では 5, 10 cm の位置のひずみ量が大きく 15 cm では小さくなる。この傾向は異形 PC 鋼棒の場合さらに顕著で、5 cm の位置が大きく、10, 15 cm の位置では小さい。

以上の試験結果および施工性・加工精度・入手し易さ等を考慮し表-4 に示す補強方法とした。

3.4 定着時 pull-in 量測定試験

(1) 目的

PC 鋼より線を定着する際、コーンと PC 鋼より線が引き込まれることにより、プレストレスが減少する。設計計算では、これを考慮しなければならない。そこで、アメリカでの実績だけでなく、新たに pull-in 量の測定を行い、定着時セットロス量を規定することとした。

(2) 試験方法

pull-in 量測定に用いた装置は、2組のアンダーソンジャッキ、ポンプと 3m のコンクリートブロックおよび窓付きラムチェアである。測定状況を写真-7 に示す。

試験は次の手順で行った。

- ① 2台のジャッキで、プレストレス中の許容引張力まで緊張する。
- ② Aジャッキ側(ラムチェア側)の PC 鋼より線に測点を設けた後、Aジャッキにより定着作業を行う。

表-4 定着部補強

ソケット	鋼棒径	巻径	巻数	間隔
AS 125	7.4 mm	170 mm	6	5 @ 50 mm
AS 170	11 mm	220 mm	7	6 @ 50 mm
AS 225	11 mm	250 mm	8	7 @ 50 mm

(鋼材種別 SBPD 130/145)

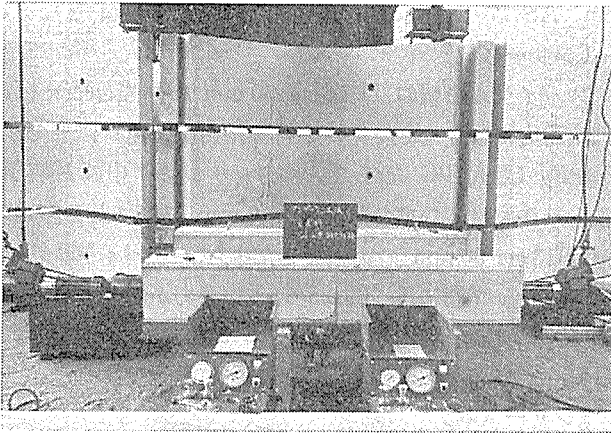


写真-7 pull-in 量測定試験

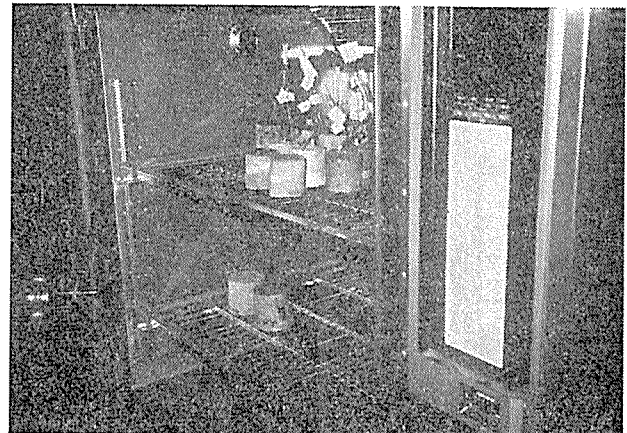


写真-8 乾湿繰返し試験

③ 定着による緊張力の減少をBジャッキにより補正し、PC 鋼より線の引張力をプレストレス直後の許容引張力とする。

④ 測点の移動量を測る。

なお、Aジャッキ開放後もBジャッキによる緊張を2時間継続し、定着後の pull-in 量の変化についても調査した。

(3) 試験結果

測定は各 PC 鋼より線の6本と12本のケーブル構成を対象とした。各ケーブル構成について、最初4回の測定を行った。その後も数回にわたり測定を行うとともに、施工試験および実施工でも測定データを収集した。

測定値は、アメリカでの実績値とほぼ同じであった。以上の結果から、設計時のセット量は表-5に示す値とするのが妥当であると判断した。

3.5 定着具の耐食性試験および調査

(1) 目的

アンダーソン工法の定着具は、鋼製ソケットとアルミニウム合金プラグで構成されている。そこで、定着具の耐食性に及ぼす異種金属接触の影響を調べるとともに、材令25年の桁の定着具によりその耐食性を調査する。

(2) 試験方法

(i) 乾湿繰返し試験

腐食促進試験として、恒温恒湿槽を用いて185日間(26サイクル)の乾湿繰返しを行った。写真-8にその供試体を、図-5にそのサイクルを示す。

試験に用いた供試体の種別と個数は表-6のとおりである。また、被覆コンクリートの配合は表-7のとおりで、練混ぜ水には、1%と10%の塩化ナトリウムを添加した。

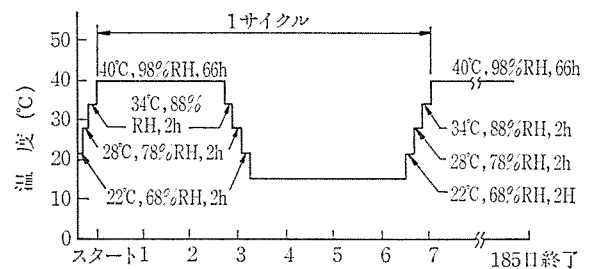


図-5 乾湿繰返し試験サイクル

乾湿繰返し試験では、外観目視・発錆面積率・腐食減量・孔食面積率・最大孔食深さおよび電流の測定を行った。

(ii) 大気暴露試験

表-8に示す供試体を写真-9に示すように、6か月間、ビル屋上に放置した。

測定は1~2か月毎に、外観目視・発錆面積率・腐食減量について行った。

(iii) 材令25年の桁の定着具調査

まず調査対象の桁に対して次のような調査を行った。

① 桁製作時の状態

桁の種別・製作年月日・使用材料

② 現地の条件

地理・地形および気候

③ 現在の桁の状態

強度・中性化・塩分量および外観目視

次に、桁より定着部をはつり出し、ソケットおよびシースを切開してそれら内外の状態を調査した。

(3) 試験結果

乾湿繰返し試験における、被覆コンクリートのある供試体の測定結果を表-9に、コンクリート被覆のない供

表-5 セット量

ケーブル構成	6A12.4	12A12.4	6B9.5	12B9.5	6B11.1	12B11.1	6B12.7	12B12.7
セット量 (mm)	6	12	6	7	6	12	10	13

表-6 乾湿繰返し用供試体の種別

種 別		種 別 No.	個 数	試験期間	
コンクリート被覆	圧縮強度 $\sigma_c \approx 200 \text{ kgf/cm}^2$ かぶり $\leq 23 \text{ mm}$ 練りまぜ水 NaCl 10%	アンカーモデル プラグ単体	Al 合金 丸 鋼	1 4 2 4	3~6 か月
		アンカーモデル	Al 合金プラグ使用 丸鋼 (SR 24)	3 9 4 9	2~6 か月
	Al 合金プラグ使用 丸鋼プラグ使用		5 9 6 9		
	同上 ただし, NaCl 1%		Al 合金プラグ使用 丸鋼プラグ使用	7 2 8 2	6 か月
	同上 ただし, かぶり $\leq 35 \text{ mm}$ NaCl 10%	Al 合金プラグ使用 丸鋼プラグ使用	9 2 10 2		
被覆なし	—	実アンカー	Al 合金プラグ使用 鋼 (SS 41) プラグ使用	11 2 12 2	6 か月
		アンカーモデル	Al 合金プラグ使用 丸鋼 (SR 24) プラグ使用	13 2 14 2	
		アンカーモデル 各 単 体	Al 合金, 丸鋼, 素線, S 45 C	15 各 2	

表-7 被覆コンクリートの配合と強度

配 合 種 別	使用供試体種別 No.	粗骨材最大寸法 (mm)	スランプ値 (cm)	空 気 量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)						圧縮強度 (kgf/cm ²)		
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 (cc/m ³)		塩ナトリウム化ム NaCl	材蒸令気 3 養生 日生	材水令中 28 養生 日生
											AE 減水剤	AE 助剤			
1	1~4, 5, 6	20	21	5.1	73.2	51.2	197	252	917	873	630	15	2	121	214
2	7, 8	〃	〃	4.6	86.7	51.0	216	249	918	878	622	25	24	142	227
3	9, 10	〃	8	3.8	53.0	43.2	183	345	788	1032	862	21	20.3	400	498

表-8 大気暴露試験用供試体の種別

種 別		種 別 No.	個 数	試験期間
被覆なし	実アンカー	Al 合金プラグ使用 鋼 (SS 41) プラグ使用	16 2 17 2	6 か月
		アンカーモデル	Al 合金プラグ使用 丸鋼 (SR 24) プラグ使用	
	アンカーモデル 構成金属単体		Al 合金, 丸鋼, 素線, S 45 C	

試体の測定結果を表-10に, また大気暴露試験の測定結果を表-11に示す。

この2つの試験からは, アルミニウム合金が鋼と接触している場合も, そうでない場合も, アルミニウム合金の腐食程度が鋼に比べて大きいとされるような傾向は見い出せなかった。

また, (アルミニウム合金+鋼) と (鋼+鋼) の比較においても, 両者間に特別な相関は見いだせなかった。

測定されたデータの多くは, アルミニウム合金と鋼の異種金属の接触による腐食作用によるものというより, 各々の金属自体における腐食作用によるものと考えられ



写真-9 大気暴露試験

る。

実桁調査の対象桁は, 1959年8月に製作され1959年9月と1973年2月の2回の載荷試験が行われた後, 定着部の後埋めコンクリートなしに廃品ヤードに放置され現在に至っていることが分かった。

場所は, アメリカ合衆国ワシントン州タコマ市の港湾工業地区であり, 比較的緩やかな気候ではあるが, 内海

表-9 乾湿繰返し試験結果 (被覆コンクリートあり)

種別 No.	コンクリート	構成パーツ		発せい面積率(%)	孔食面積率(%)	最大孔食深さ(mm)	
プラグ単体	1	$\sigma_c \approx 200\text{kg/cm}^2$ かぶり	Al合金プラグ		100	100	0.5
	2		丸鋼プラグ		100	100	0.5
アンカーモデル	3	$\leq 25\text{mm}$ (種類No.1および2のかぶりは32mm) 練りませ水 NaCl 10%	Al合金プラグ使用	Al合金プラグ素線ソケット	100	100	0.5
	4		丸鋼プラグ使用	丸鋼プラグ素線ソケット	100	100	0.5
アンカーモデル	5	$\sigma_c \approx 200\text{kg/cm}^2$ かぶり	Al合金プラグ使用		100	100	0.5
	6		丸鋼プラグ使用		100	100	0.5
アンカーモデル	7	$\sigma_c \approx 200\text{kg/cm}^2$ かぶり	Al合金プラグ使用		100	100	0.5
	8		丸鋼プラグ使用		100	100	0.5
アンカーモデル	9	$\sigma_c \approx 350\text{kg/cm}^2$ かぶり	Al合金プラグ使用		100	100	0.5
	10		丸鋼プラグ使用		100	100	0.5

表-10 乾湿繰返し試験結果 (被覆なし)

種別 No.	構成パーツ		発せい面積率(%)	孔食面積率(%)	最大孔食深さ(%)	平均腐食深さ(%)
実アンカー	16	Al合金プラグ使用 ストランドソケット	100	100	1.0	0.1
	17	鋼プラグ使用 ストランドソケット	100	100	1.0	0.1
アンカーモデル	18	Al合金プラグ使用 ストランド素線ソケット	100	100	1.0	0.1
	19	丸鋼プラグ使用 ストランド素線ソケット	100	100	1.0	0.1
モデル単体	20	Al合金プラグ 丸鋼プラグ ストランド素線 ソケット	100	100	1.0	0.1

表-11 大気暴露試験結果

種別 No.	構成パーツ		発せい面積率 (%)	平均腐食深さ (mm)
実アンカー	16	Al合金プラグ	—	—
		Al合金プラグ用ストランドソケット	—	—
	17	鋼プラグ	—	—
		鋼プラグ用ストランドソケット	—	—
アンカーモデル	18	Al合金プラグ	—	—
		Al合金プラグ用ソケット	—	—
	19	丸鋼プラグ	—	—
		丸鋼プラグ用ソケット	—	—
モパデル単体	Al合金プラグ	—	—	
	丸鋼プラグ用ソケット	—	—	

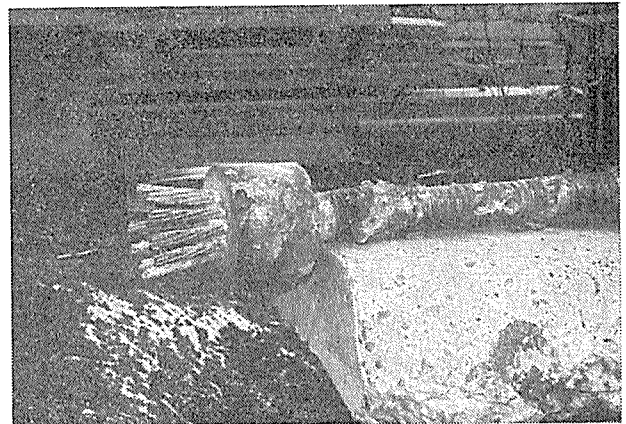


写真-10 材令 25 年の桁の定着部

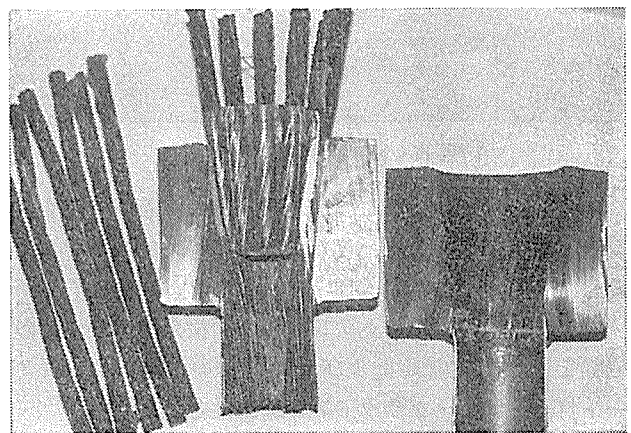


写真-11 材令 25 年の桁の定着部切開状況

までの距離は約 130 m であった。

桁の外観は、載荷試験でひびわれが発生した箇所のコンクリートの表面は風化が見られ、外気に接した鋼材はかなりの断面欠損が見られるほど腐食していた。

写真-10 に、桁から取り出した定着具とシースを、写真-11 にその切開した状態を示す。

定着部の後埋めコンクリートがないため、外気に暴された部分は腐食が進行していたが、グラウトで充填された部分では定着具・PC 鋼材とも良好な状態であった。

以上の実験・調査の範囲では、本工法定着具の耐食性において特に異種金属接触の影響を受けているとは言えず、実桁調査からもその耐食性に問題はないと言える。

3.6 実桁における施工性試験および破壊試験

(1) 目的

表-12 試験桁使用定着具および PC 鋼材

ソケット	AS 125
プラグ	AP 13-6
PC 鋼材	6B12.7 (SWPR 7B12.7mm-6 本)

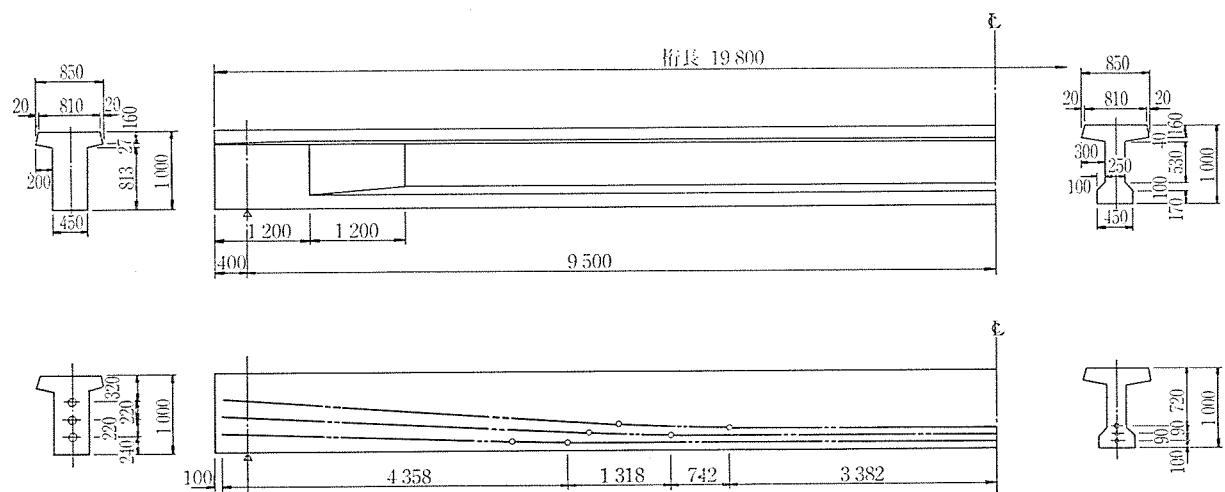


図-6 試験桁形状寸法

表-13 試験桁コンクリート配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ の目標値 (cm)	空気量の 目標値 (%)	水セメン ト W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 マイディー 150
20	4±15	2±1	34.4	35.7	155	450	647	1167	2.7

注) セメント：早強ポルトランドセメント，骨材：滋賀県愛知川産



写真-12 実桁破壊試験

本工法の実用化に際し、定着具本体や定着部に関する試験・調査だけでなく、その施工性についても十分な確認をする必要がある。

そこで、実際にポストテンションT桁を製作し、その過程を通して定着具およびPC鋼材の配置・コンクリート打設・緊張・グラウト等の施工性を確認する。

また、製作した桁に対して載荷試験を行い、本工法がPC定着工法として十分なものであることを確認する。

なお、載荷試験後の桁から定着部を取り出し、グラウト充填状況の調査をする。

(2) 試験方法

製作したポストテンションT桁の形状寸法を図-6に、使用した材料を表-12, 13に示す。

載荷試験は、JIS桁の曲げ強度試験方法に準じて行った。その状況を写真-12に示す。

(3) 試験結果

(i) 施工性について

定着具は、ソケットに溶接された2個のナットにより容易かつ確実に所定の位置に取り付けることができ、コンクリート打設時の振動や衝撃に対して十分強固であった。

緊張作業におけるアンダーソンジャッキ・ポンプの操作性およびPC鋼材の取扱いに問題はなく、作業は順調に行えた。

グラウトは、アンダーソングラウト方式で行われ、作業性および充填度は良好であった。グラウト注入に用いたグラウトキャンを写真-13に、定着部グラウト充填状態を写真-14に示す。

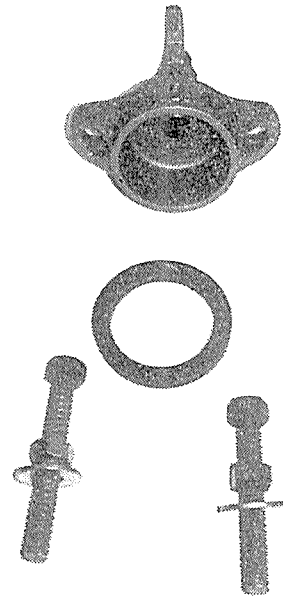


写真-13 グラウトキャン

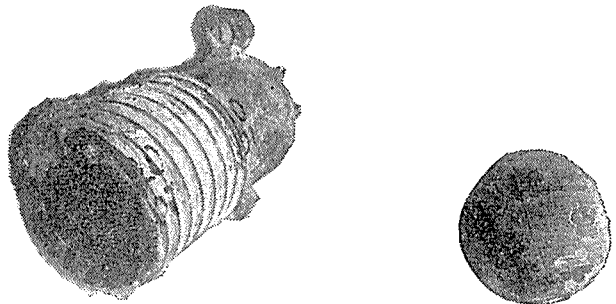


写真-14 桁端定着部グラウト充填状況

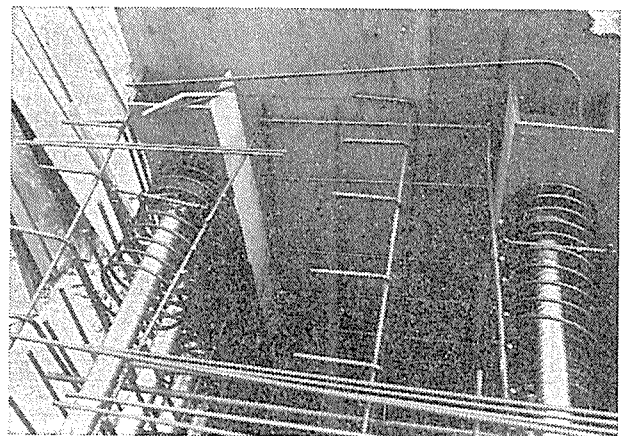


写真-15 実施例(定着部補強)

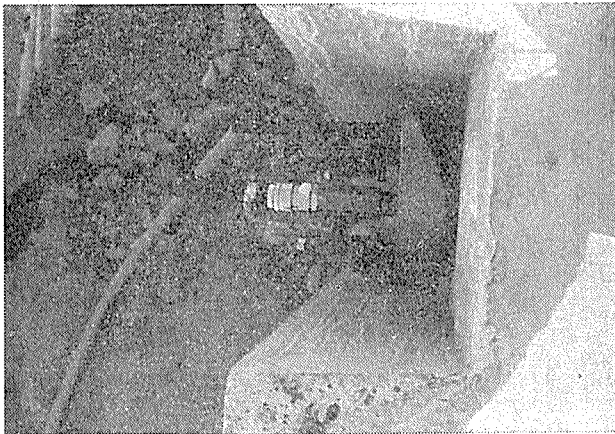


写真-16 実施例 (グラウト注入)



写真-17 実施例 (完成)

(ii) 破壊試験

試験桁に対しては、緊張管理および緊張時の変形量より所定のプレストレスが導入されたことが確認された。

載荷時のたわみは、ひびわれ発生までは計算値(全断面有効)と一致し、破壊荷重もほぼ同じであった。

また、定着具近傍はプレストレス導入時においても、桁破壊試験においても何ら異常は見られなかった。

3.7 我が国での実施例

今回の実験・調査の結果は、既に実施工面に反映されており良好な結果を得ている。道路橋での実施例を写真-15から写真-17に示す。

4. おわりに

調査研究は、定着具の材料特性から工法全体の施工性試験まで多岐にわたって行われた。その結果、定着部の補強では異形 PC 鋼棒のスパイラルを使用することでコンパクトな形状の定着体でも施工性を害することなく十分な耐力を得ることができた。また、アルミニウム合金を使用している事に関しては、耐食性試験から問題点は見いだせず、25年前の桁の定着具が本工法の耐食性に対する十分な証しとなっている。定着部および PC 鋼材の腐食に大きな影響をもつグラウトでは、専用グラウトキャンの使用によりシーブ・定着具内とも空隙のないグラウト充填が行えることが確認された。

最後に、今回の調査研究を行うにあたり、終始熱心な御指導を頂きました、アンダーソン工法小委員会の委員の方々に、深く感謝する次第であります。

参 考 文 献

- 1) アンダーソン工法設計施工要領(案), 土木学会, コンクリートライブラリー第 60 号, 1986 年 9 月
- 2) プレストレストコンクリート標準示方書, 土木学会, 昭和 53 年制定

【昭和 61 年 10 月 15 日受付】

◀刊行物案内▶

プレストレスコンクリート構造物設計図集(第2集)

本書は協会設立 20 周年行事の一環として、前回発行した設計図集の様式にならない編集した、その第 2 集です。協会誌第 10 巻より 21 巻に亘る巻末折込付図を主体とし、写真ならびに説明を付し、その他参考になる PC 構造物についてとりまとめた設計図集で、PC 技術者の座右に備え付けるべき格好の資料と考えます。

希望者は代金(現金為替または郵便振替 東京 7-62774)を添え、下記宛お申し込みください。

体 裁: B 4 判 224 頁

定 価: 9,000 円(会員特価 7,000 円) 送 料: 1,000 円

内 容: PC 橋梁(道路および鉄道) 74 件, PC 建築構造物 25 件, その他タンクおよび舗装等 10 件

申 込 先: (社)プレストレスコンクリート技術協会

〒102 東京都千代田区麹町 1-10-15(紀の国やビル) 電話 03(261)9151