(2) プールライニング部

プレハブ工法部分を除く，主要な部分について要求される躯体精度，および下地埋込精度を表－6に示す。

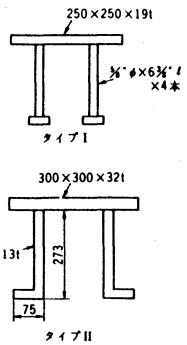
表－6　プールライニング部精度

箇所	施工方法	精度の種類	許容誤差	
壁面	パネル付工法	躯体精度	○平たん度(全長に対して) ○面間距離(壁の長さ)	13mm ±20mm
		埋込精度	○下地材ぎわ ○下地材芯から305mm以内 ○下地材芯から305mm以遠	−3mm～+0.5mm −3mm～+2mm −5mm～+2mm
燃料プール台形部	下地先組工法	埋込精度	上記埋込精度に同じ	
床面	下地先組工法	埋込精度	○下地材ぎわ ○下地材芯から300mm以内 ○下地材芯から300mm以遠	±0.5mm ±1.0mm ±2.0mm

3.11 ケミカルアンカ

(1) 概要

EBASCOの埋込金物計画は，一部特例を除いては大部分が図－18に示すタイプIとタイプIIであり，建屋の壁，天井，柱等にはタイプIを1500mm×1500mmで埋込んだにすぎない。



図－18　埋込金物

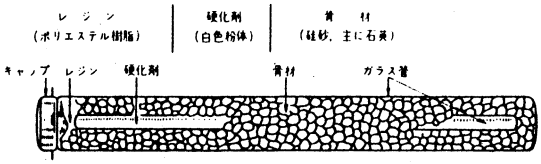
配管支持装置の設計が進み支持点の決定，荷重の大きさが判明するにつれ埋込金物不足は歴然たるものがあり，このため不足埋込金物取付けのためにケミカルアンカを使用することとした。

従来のプラントでは一部ケミカルアンカーを使用した例はあるが，少量でありかつ使用し始めて日が浅いので耐用年数なども実証されていないことはやむを得なかったが，後記のごとく現地にて試験を行い強度の確認を行った。ちなみに本プラントで使用したケミカルアンカの総数は25,800本に及んだ。

(2) ケミカルアンカについて

ケミカルアンカは，ドイツ鉱山連合会が鉱山，炭鉱の落盤防止のルーフボルトによる天盤支持の信頼度を高めるために，樹脂の特性を利用し研究開発されたものである。

図－19にケミカルアンカーレジンカプセルの形状を示す。特長としては下記のようなものがある。



図－19　レジンカプセルの形状

(i) 安定した固着力と耐震性がある。

(ii) あらゆる母材に取り付けられ，また硬化時間が早く常温で30分ないし60分で所期接着ができる。

施工はドリルまたはさく岩機で所要の穴をあけ，清掃してレジンカプセルをそう入し，その上から適する径のボルトを振動ハンマまたはさく岩機のボルト取付用アタッチメントに取り付けて，衝撃回転を与えてカプセルを破り，攪拌させながらボルト穴の深さまで打込む。この操作により，ガラス管中に封入されていた硬化剤と樹脂が混合され，同時に骨材および破砕されたガラス管等も混合され，樹脂が化学変化を起こして硬化しボルトが固着されるのである。

(3) ケミカルアンカの試験

現地施工に先立ちケミカルアンカの設計荷重を決定し，その諸性能と性質を調べるため，清水建設(株)で3回にわたり試験を実施した。

a) 第1回試験

年月日　1975年4月24日

場所　清水建設東海建設所工作室前

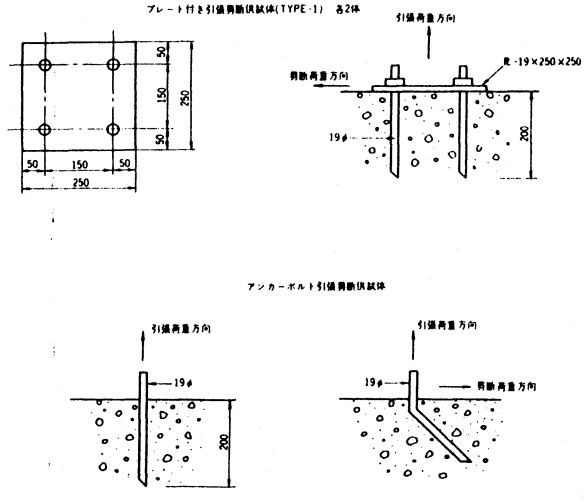
目的　ケミカルアンカの引張および剪断強度とその変位の測定

供試体材料

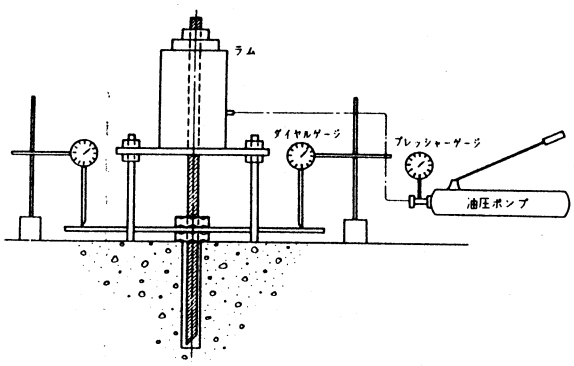
レジンカプセル	R－19（日本デラコックス社製）
アンカーボルト（SS41）	19mmφ（総ネジ切りで埋込端を斜め45°にカットしたもの）
コンクリート	225kg/cm² （設計基準強度）
プレート	19mm×250mm×250mm

供試体

コンクリートにハンマードリルで22mmφ×220mmの



図－20　第1回および第2回試験供試体



図－21　試　験　法

穴をあけレジンカプセルを投入し，アンカーボルトを埋込長さ200mmに打込んだもの，およびそれにプレートを取り付けたもの。

次にその形状を図－20に示し，図－21に試験法を示す。

使用工具

日立ハンマードリル

ＰＲ38Ｂ型　100V10A

回転数400回/分　打撃数 3,000回/分

試験要領

コンクリートに打込んだアンカーボルトおよびプレートに油圧ポンプで圧力を加え，プレッシャーゲージで圧力を読み取り，ダイヤルゲージで“ひずみ”を測定する。

試験機器

油圧ポンプ　Ｐ－１Ｂ型（理研精器製）

ラ　ム　　Ｐ－21型（　〃　）

プレッシャーゲージ　1,000kg/cm²（山下ゲージ製）

ダイヤルゲージ　Ｃ－107（シチズン時計製）

試験結果を表－７に示す。

表－７　第１回試験結果

試験内容			最終耐力 t	変位 mm
タイプ－1	引張	No.1	42.5	2.15
〃	〃	No.2	45.9	4.21
〃	剪断	No.1	23.8	7.54
〃	〃	No.2	22.1	9.59
垂直打ち	引張	No.1	13.5	1.21
〃	〃	No.2	11.6	1.68
斜め打ち	引張	No.1	9.9	2.13
〃	〃	No.2	10.7	2.27
〃	剪断	No.1	10.5	
〃	〃	No.2	7.2	

b) 第２回試験

年月日　1975年６月25日

場　所　原子炉建屋EL－4.00mスラブ

目　的　斜めに打込んだケミカルアンカーに引張荷重を加えた場合の，クラック発生荷重および終極耐力の測定。

体試体その他

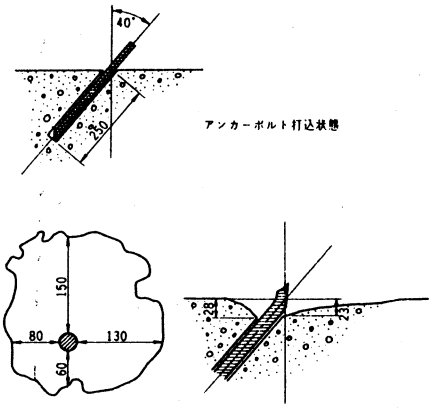
第１回試験と同じ。

試験結果

クラック発生荷重　5.77 t

破断荷重　6.99 t

図－22にボルト破断時のコンクリートのはく離状態を示す。



図－22　ボルト破断時のコンクリートはく離状態

c) 第３回試験

年月日　1975年10月３日

場　所　タービン建屋EL－4.00mトレンチ壁

目　的　ケミカルアンカーに取り付けたプレートに配管サポートを溶接した場合，その熱によってケミカルアンカーの強度が変化するかどうかを調べる。

供試体　第１回試験のタイプ－１と同じ。

試験方法

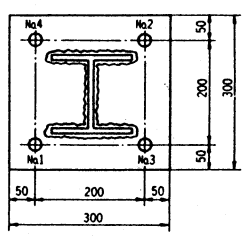
図－23のごとくプレートにH－150mm×150mm×7mm×10mmを全面溶接し，溶接終了後にアンカーボルトの引張試験を行う。

溶接所要時間　18分

溶接棒 φ4 mm　11本

表－８　第３回試験結果

ボルトNo.	ゲージ圧 (kg/cm²)	耐力 (t)	備考
No. 1	300	9.0 t	コンクリートにクラック発生で中止
No. 2	400	12.0	同上
No. 3	530	16.0	コンクリート破壊



図－23　第３回試験供試体

試験結果

試験結果を表－8に示す。

この試験によりケミカルアンカは配管サポートをプレートに溶接する時の熱によっては強度の低下を生じないことが判明した。

(4) 施工中の検査

ケミカルアンカの施工中にも下記に従い引張り試験を行った。

(i) 同一作業者が同時期に行った施工分を1ロットとみなし，その中からランダムにボルト4本を抜き取り試験する。

(ii) 1ロットの最大はボルト200本とする。

検査方法は上記ボルトに表－9のごとく定められた荷重をかける。

表－9 試験荷重

荷重 ＼ ボルト径	25mmφ	22mmφ	19mmφ
試験荷重	4.56t	3.34t	2.43t
設計荷重	2.14t	1.63t	1.18t

検査結果は試験数225本全数合格で，施工上も問題ないことが分かった。

(5) 使用実績

ケミカルアンカーは第3編第4章配管で言及したように，サポート用埋込金物不足を補うために施工したもので，本来ならば建築工事と同時に埋込まれていなければならないものである。このため'75年6月より開始すべき配管据付工事に先立って，サポート用不足金物取り付けのためケミカルアンカー打設作業が開始された。打設は配管着工2か月前までに日立より不足金物位置図を出し，それによって必要箇所に建築側で施工した。しかし配管据付工事が大部分進行し，各エリアの作業状況が複雑に入り組んでくるにつれ，建築側の施工にはいろいろと問題が生じてきたため'76年1月以降必要となるものは日立側の施工とし，配管の追加，変更等も含めて燃料装荷時期まで工事は断続的に継続された。

表－10は清水建設が施工した前半の打設実績を示す。総数12,500本に達し，特にタービン建屋に25mmφの大径もの4,900本も使用したのは大型サポートが多く，EBASCOの計画がそれに対して何らの対策もしていなかったためである。

表－11は日立施工の分である。清水建設施工の分は比較的集中的に施工できたが，日立施工に入っては表より分かるとおり，長期間にわたり工事の進行とともに打設され，配管工事全工期にわたって行われた。

清水，日立の総合計は25,800余本に及んでいる。

表－10 ケミカルアンカー打設清水施工実績

建屋	階高	R－19			R－22			R－25			計		
		床	壁	天井	床	壁	天井	床	壁	天井	床	壁	天井
原子炉建屋 R/B	EL 27.0 (R/W)								24			24	
	EL 20.3			19									19
	EL 14.0	144	173	96							144	173	96
	EL 8.2	196	271	20		20			12		196	303	20
	EL 2.0	200	436	44	24						224	436	44
	EL 4.0	150	1,265			116			8		150	1,389	
	S/W P.トンネル	32	52								32	52	
	計	722	2,197	179	24	136			44		746	2,377	179
								R/B 合計			3,302		
タービン建屋 T/B	EL 14.0	64	50		40			168	8		270	58	
	EL 10.0	340	96								340	96	
	EL 8.2	242	318	28	60	64	28		1,382	620	302	1,764	676
	EL 1.6	4	1,090	270	8	302	222	8	2,022	658	20	3,414	1,150
	EL 4.0	408	568	4		16		42			450	584	4
	計	1,058	2,122	302	108	382	250	218	3,412	1,278	1,384	5,916	1,830
								T/B 合計			9,130		
R/B,FS POOL			34		42			16			58	34	0
R/B + T/B											2,188	8,327	2,009
								総合計			12,524		

表－11　ケミカルアンカー打設日立施工実績

仕　様	年月 / エリア	76/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
タイプ(ル) R－19 4本タイプ	T/B	6枚	103枚	89枚	94枚	101枚	127枚	120枚	64枚	113枚	122枚	58枚	61枚
	R/B	10	47	164	128	112	58	64	46	36	88	57	51
タイプ(レ) R－19 6本タイプ	T/B	0	1	3	7	0	10	12	1	0	16	0	3
	R/B	0	0	2	3	0	3	2	0	0	8	0	0
タイプ(ヨ) R－22 6本タイプ	T/B	0	15	21	6	4	5	2	0	4	8	0	0
	R/B	0	9	10	2	6	1	3	0	0	0	0	1
タイプ(タ) R－25 6本タイプ	T/B	0	0	0	0	14	2	4	15	12	21	0	0
	R/B	0	1	4	0	0	0	0	16	0	0	7	0
タイプ(マ) R－25 8本タイプ	T/B	0	0	2	1	0	0	0	8	12	0	2	0
	R/B	0	3	8	0	0	2	5	0	0	0	0	0
タイプ(ヤ) R－25 10本タイプ	T/B	0	1	0	1	7	2	0	4	6	0	0	0
	R/B	0	1	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0
R－16 1本打ち	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R/B	0	0	0	0	0	18	8	81	0	218	0	16
R－19 1本打ち	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
プレート枚数	合計	16枚	181枚	307枚	242枚	244枚	210枚	214枚	154枚	183枚	263枚	124枚	116枚
ボルト本数		64本	800本	1,372本	1,014本	1,066本	920本	942本	817本	848本	1,376本	518本	488本

仕　様	年月 / エリア	77/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	78/1	計
タイプ(ル) R－19 4本タイプ	T/B	61枚	72枚	48枚	22枚	42枚	12枚	4枚	15枚	0枚	13枚	20枚	0枚	0枚	1,367枚
	R/B	105	38	60	55	32	7	8	14	10	2	2	46	10	1,250枚
タイプ(レ) R－19 6本タイプ	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	57枚
	R/B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	2	0	27枚
タイプ(ヨ) R－22 6本タイプ	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	66枚
	R/B	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	2	39枚
タイプ(タ) R－25 6本タイプ	T/B	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	70枚
	R/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28枚
タイプ(マ) R－25 8本タイプ	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25枚
	R/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18枚
タイプ(ヤ) R－25 10本タイプ	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21枚
	R/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7枚
R－16 1本打ち	T/B	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	0	0	0	16本
	R/B	0	0	0	0	0	24	4	46	42	16	36	0	0	509本
R－19 1本打ち	T/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R/B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	20本
プレート枚数	合計	166枚	110枚	108枚	77枚	74枚	19枚	16枚	33枚	10枚	18枚	30枚	48枚	12枚	2,975枚
ボルト本数		664本	440本	432本	308本	296本	100本	84本	186本	82本	102本	172本	208本	60本	13,359本

執筆　纏　中崎豊一郎

本章の纏に当っては
(1)鹿島建設(株)　東海第二発電所本館掘削および基礎工事施行記録。
(2)清水建設(株)　東海第二発電所本館建築施行記録。
を参考または引用した。
また工事写真も多数使用させて戴いた。両社に対し厚くお礼申し上げる次第である。