

(43) 鋼とコンクリートのサンドイッチ型合成構造より構成される井筒基礎 ～鋼製連続地中壁工法～

○菅野 良一^{*1}, 小門 武^{*1}, 沖本 真之^{*2}, 伊佐 隆善^{*3}, 猪野 完^{*4}

1. はじめに

近年、建築物の高層化・都市部における地下利用の拡大に伴って連続地中壁の施工実績が増大してきている。この連続地中壁(ここでは狭義の壁式連続地中壁¹⁾を対象とする。)の用途は、仮設利用と本体構造利用とに大別でき、この用途に応じて壁体構造も鉄筋コンクリート壁体、H形鋼とソイルメントから形成される壁体、コンクリート壁体あるいはソイルメント壁体等多岐にわたっている。連続地中壁工法においては、施工技术・施工管理技術とともに、このような壁体構造の研究、開発も重要なテーマの1つである。

壁体構造については、特に鋼とコンクリートの合成構造に関する研究が種々の分野で盛んに行なわれている。この構造は各々の材料の弱点を相互に補填し、さらに、その組合せによる相乗効果を期待しようとするものであるが、最近、このような構造の中でも、特に、サンドイッチ型の合成構造(Sandwich Composite構造、以下SC構造と略す。)が注目されている。このSC構造は鋼板殻のなかにコンクリートを充填する構造であり、(1)鋼とコンクリートの累加効果および合成効果(相互拘束効果)による構造性能の向上、(2)止水性の向上、(3)丸み施工が可能なることによる施工性の向上等の長所を有している。特に構造面では、種々のタイプのSC構造に対して基礎的な研究が進められており、文献^{2)～5)}で、他の構造に比して優れている事が報告されている。

本論文では、一種のSC構造を連続地中壁の壁体構造として取り込み、製鉄設備の本体壁兼基礎として実際に施工した事例に基づいて、その設計・施工について報告するものである。(図1)なお、本工法を特に鋼製連続地中壁工法と呼び、以下、鋼製連壁工法、または鋼製連壁と略すものとする。

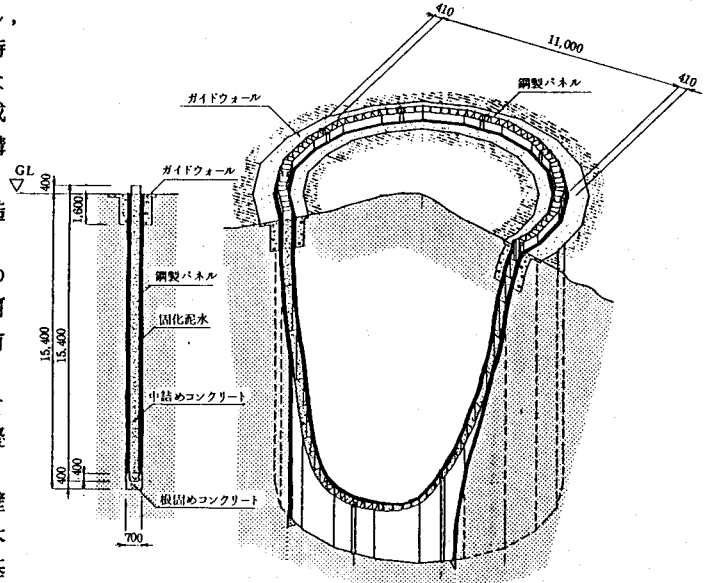


図1 鋼製連続地中壁の概要

2. 設備の概要

本工法を適用した設備は、図2に示すコークス炉乾式消火設備(CDQ設備)と呼ばれるもので、赤熱コークスの顕熱を回収するものであり、最大175t/hrのコークス処理能力を有している。このCDQ設備の本体と地上約40mのクレーン架橋を支持する基礎に鋼製連壁工法を適用している。なお、この鋼製連壁基礎には、GL-4mまで部分的に開口を有する地下空間を設ける必要があり、基礎としての機能と同時に、土圧・水圧に抵抗し、完全な止水性を確保する壁体としての機能も満たさなければならない。

3. 地盤の概要

図3に土質柱状図を示す。表層にはスラ類による埋土が存在し、さらに、旧海成土砂をはさんでGL-10.5mより基盤が現れている。この基盤は礫岩、砂岩、礫混り砂岩の互層にて形成され、上部はN=6～16の風化軟質岩よりなる。GL-15m以深は、N≧60の非常に堅固な層となっている。

*1新日本製鐵株式会社 設備技術本部 土木建築技術室 掛員 *2同掛長 *3同部長代理 *4新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所土建室長

4. 工法の概要

4.1 工法の施工手順

本工法は、厚板を加工して製作した鋼製バレル(図4)10体を地中で図5のように結合し、バレルの内部にコンクリートを充填して井筒基礎を形成するものである。以下に、その施工手順の概要を示す。

- (1) 安定液により溝壁の崩壊を防止しながら、刈掘削機により溝掘削を行い、鋼製バレルを溝の中に建込む。
- (2) 鋼製バレルを溝壁内に設置・固定したのち、根固めコンクリートをトミ管により打設する。
- (3) 鋼製バレルと溝壁の間の安定液を固化した後、鋼製バレル内の安定液を除去し、バレル内にコンクリートを充填する。
- (4) (1) (2) (3)の作業を繰返して井筒基礎を築造する。

4.2 工法の特徴

- (1) 優れた力学構造：鋼材が壁体の内外縁に配されているため、特に、曲げに対して効率よく働く。また、内部にコンクリートを充填しているため、鋼構造に比して局部荷重にも強い。
- (2) 優れた壁体品質：鋼製バレルは工場加工部材であり、また、バレルの内部に充填されるコンクリートは、バレル内部を完全に洗浄した後ドライの状態、または清水置換で打設することができるため、泥水置換でコンクリートを打設する鉄筋コンクリート連壁と比較して高品質な壁体を築造できる。また、バレル内部のコンクリート打設は、バレルと溝壁間の安定液を固化した後にに行っており、さらに、壁体の外殻は鋼板で覆われているため、掘削溝壁の一部が崩壊してコンクリートの強度に悪影響を及ぼすような危険性は全くなく、信頼性の高い壁体を得られる。
- (3) 優れた止水性：外周が鋼板に囲まれているため完全な止水性が確保できる。
- (4) 工期の短縮：鋼製バレルの製作は連壁築造工事とは別に行なう事ができ、工事現場での工期の短縮が可能である。
- (5) 材料加工面積の削減：鋼製バレルの製作は工場にて行なわれるので、特に、材料加工のための大規模な加工場を現場付近に設ける必要がない。
- (6) 無騒音・無振動施工

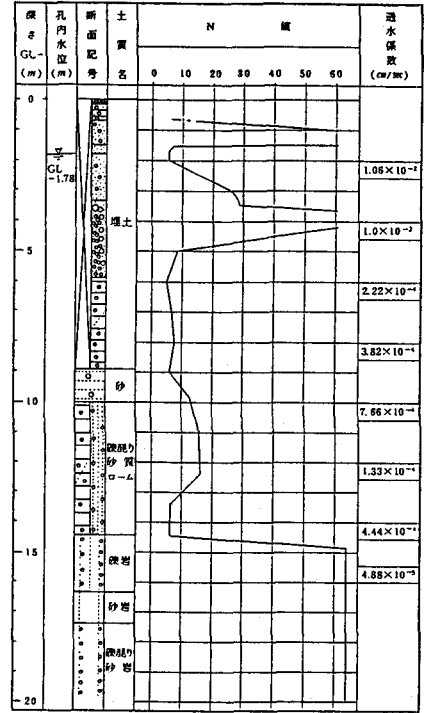


図3 土質柱状図

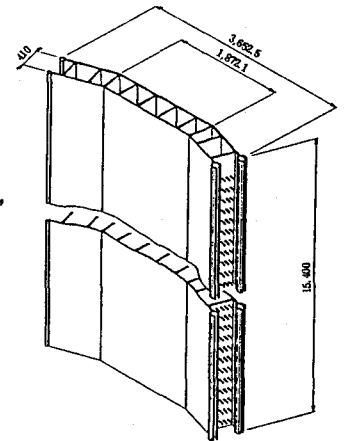


図4 鋼製バレルの概要

5. 設計の概要

5.1 鋼製連壁の全体構造形式

鋼製連壁を適用した基礎の全体構造形式には、

- (1) 井筒基礎の井筒周方向にも力を伝達することにより構造全体への応力の分散を図る。
- (2) 切梁・腹起しを使用しないで、短期間で掘削を行なう。

ことを可能とする「円筒シェル構造」とした。(図6)

5.2 部材構造形式

鋼製連壁をなすSC構造(図7)の設計は、本工法の適用に先行して実施した数種の実験に基づき、次のような考え方で行っている。

- (1) 断面設計は図7に示すX軸方向とY軸方向とで分けて考え、Y軸方向に対しては、鋼とコンクリートの累加強度式⁷⁾に基づいて設計を行う。

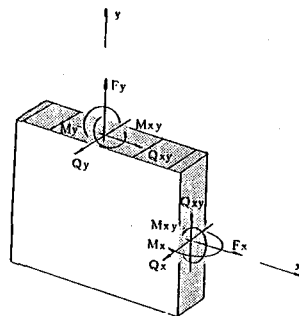


図6 シェル構造

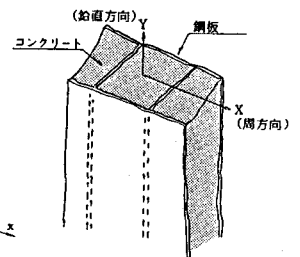


図7 SC構造

(2) X軸方向に対しては、中詰めコンクリートの圧縮カースとしての効果(図8)を考慮して、実物大供試体を用いた曲げ・せん断試験によって得られた耐力に基づいて設計を行う。

5.3 パネル間継手部の構造

全体構造を円筒シェル構造とする場合、パネル間を接続する継手部の構造が設計および施工上の大きな課題となる。特に設計面では、図6に示す断面力のうち面内せん断力 Q_{xy} 、周方向面外曲げモーメント M_x を確実に伝達する継手ディテールがポイントとなるが、ここでは、この継手ディテールを図9に示すようなものとしている。すなわち、面内せん断力に対してはスタッドバルが有効に働き、また、周方向面外曲げモーメントに対しては所定の引張耐力を有するP-Pジョイント(図9)が有効に働いて力を伝達する機構としている。6章にこの継手部の力学挙動を確認するために実施した実験結果を示す。設計はこの実験結果に基づいて行なっている。

5.4 鋼製連壁に発生する断面力と鋼製パネル詳細図

鋼製連壁には、長期的に約3600tonの鉛直荷重が作用し、さらに地震時には、約14000t・mの転倒モーメント、および約760tonの水平力が作用する。断面力の算出は立体有限要素解析により行ない、解析にあたっては、SC構造を力学的に等価な等方性シェル要素に置き換えている。周囲の地盤は、壁体の変位に抵抗するばね要素で評価した。そのばね定数は、地盤の弾塑性性状を考慮し、鋼管矢板基礎設計指針⁸⁾の提案に準じて変位に依存する形で与えた。

短期(地震時)の断面力分布の一例を図10に示す。また、図11にはこの断面力に基づいて決定した鋼製バルの詳細図を示す。

5.5 支持力

支持力については、周面摩擦力の負担分が小さいためこれを無視し、すべて鋼製連壁の先端部で支持するものとした。なお、この鋼製連壁先端部には、地盤へのスムーズな荷重伝達および支持力に対する安全性の確保のために図5に示すような根固めコンクリートを打設している。

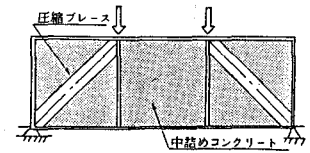


図8 コンクリートのカース効果

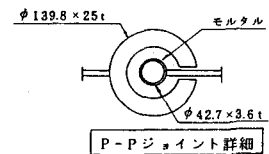
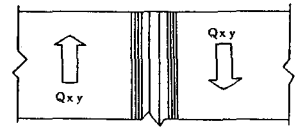
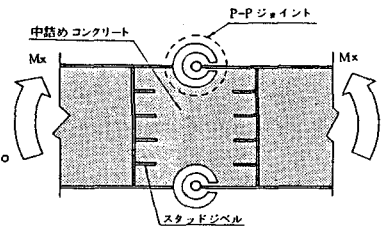


図9 継手部ディテール

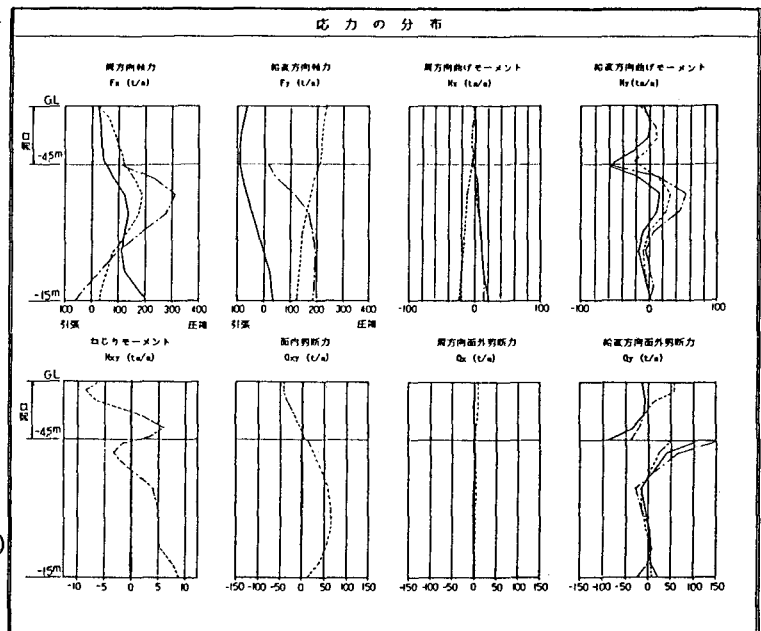
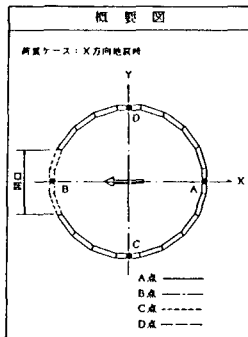


図10 断面力の分布(地震時)

鋼製パネル詳細図

B 部 詳 細 ☒

A - A 部詳細図

図11 鋼製バルブ詳細図

表1 実験の種類

評価項目	記号	実験名称
① SCパネルの周方向曲げせん断特性	P-B	SCパネル曲げせん断試験
② 縦手筋の周方向曲げせん断特性	J-T	縦手筋引張試験 $\phi 101.6 \times 20$ $\phi 139.8 \times 25$
	J-T-2	
	J-B	縦手筋曲げせん断試験
③ 縦手筋の面内せん断特性	J-S	縦手筋押引せん断試験

表2 中詰めエンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法	スランプ	空気量	水セ メント比	粗骨材率	単 位 量 (kg/m ³)				
					水	セメント	粗骨材	粗骨材	混和剤
20 mm	18±1.5	4%±1	48.6%	41.0%	180	870	706	1086	0.925

表3 中詰めモルタルの配合(1ℓ当り)

設計基準強度 (kg/cm ²)	フロー値 (J-ロート)	セメント (kg)		珪 砂 SK-6 (kg)	水 (ℓ)	鹿和剤 マイティ 150(ℓ)
		セメント	鹿和剤 チタCSA			
400	20±3	105.7	11.7	58.7	42.8	1.76ℓ

表4 材料特性

試験記号	中詰めコンクリート				中詰めモルタル			
	圧縮強度	引張強度	弾性係数	弾性係数	圧縮強度	引張強度	弾性係数	弾性係数
J-1	J-T-1	—	—	—	658	24.7	1.92×10^5	—
	J-T-2	—	—	—	581	28.7	1.67×10^5	—
J-B	488	85.8	2.88×10^5	658	24.7	1.92×10^5	—	
J-S	290	26.5	2.65×10^5	548	28.4	1.77×10^5	—	
P-B	315	25.6	2.81×10^5	—	—	—	—	

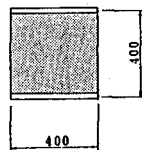


図12 試験模型

6. SC パネルの力学試験

6.1 試験模型

SCパネル(鋼製パネルの内部にコンクリートを充填したものをSCパネルと呼ぶ)の力学特性,特に,設計上問題となるパネル周方向の曲げ・せん断耐力および継手部の面内せん断耐力を確認する目的で表1に示すような実験を行った。試験模型は図12に示すものである。なお,実験は鋼板にSS41材,中詰めコンクリート,中詰めコンクリートに早強ポルトランドセメントを用い,養生期間1週間で実施した。表2,3,4にコンクリートと鋼材の配合とその強度を示す。なお,荷重はすべて静的に載荷している。

6.2 SC パネルの周方向面外曲げせん断特性(P-B)

図13は荷重と変位中央のたわみとの関係を示したものである。荷重の増加とともに鋼板とコンクリートの付着切れの現象がみられ,図14に示すようにコンクリート部分のせん断破壊と圧縮側鋼板の局部座屈により終局耐力に到っている。

図15は各部の鋼板のひずみを示したものであり,図中の $\bar{\epsilon}_1$, $\bar{\epsilon}_2$ はSCパネルを図16に示すようなトラス構造にモデル化した場合の計算値である。純曲げ部分の圧縮側鋼板のひずみを除いて比較的良好一致を示しており,中詰めコンクリートが圧縮スラスとして機能していることが明らかである。なお,純曲げ部分における実験と

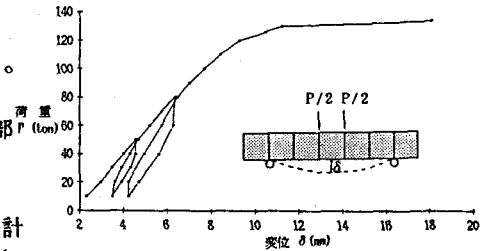


図13 荷重～変位曲線(P-B)

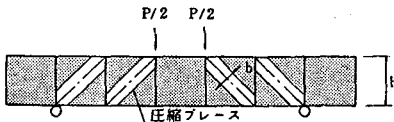


図16 トラスモデル

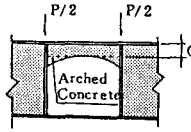


図17 アーチ効果

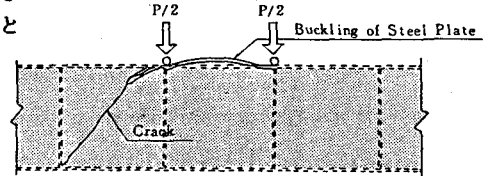
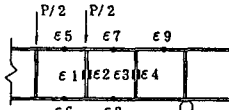
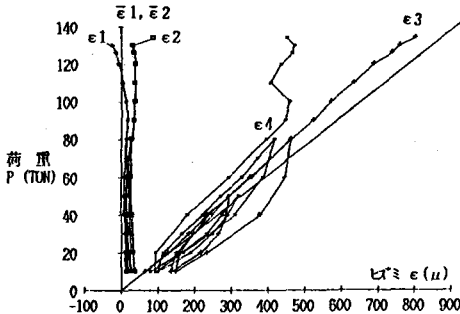
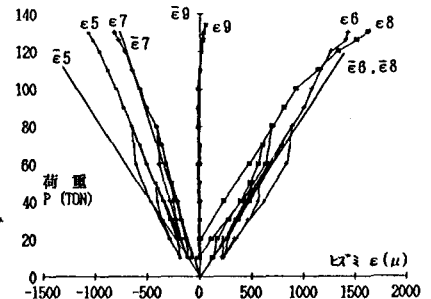


図14 終局状態(P-B)



- ④ $\bar{\epsilon}_5 \sim \bar{\epsilon}_9$ は鋼板の両面の平均ひずみである。
- ④ $\bar{\epsilon}_1, \bar{\epsilon}_2 \dots$: 実測ひずみ
- $\bar{\epsilon}_1, \bar{\epsilon}_2 \dots$: 計算値

図15 鋼板のひずみ



計算値の相異は,図17に示すようなコンクリートのアーチ効果によるものと考えられる。

試みに,このトラスモデルに基づいて,図16に示すような圧縮スラスとしてのコンクリートの有効幅 b を本実験で得られた荷重～たわみの関係と表4に示すコンクリートの静弾性係数から求めてみると, $b \approx 0.06h$ となる。ここで, h は部材の厚さである。この有効幅は載荷条件,SC構造のディテール等によっても変化するものであり,文献5)ではフランジ部鋼板にスタッドを取り付けたSCパネルにおいて, $b \approx 0.5h$ であることが報告されている。なお,図17に示すアーチ部についても同様な考察を試みてアーチ部の有効幅 c を求めると, $c \approx 0.1h$ 相当となる。SC構造において,その構造を単純なトラス構造にモデル化して解析する事は,設計上非常に有用であり,トラスの斜材として働くコンクリート部の挙動,特に,このような有効幅 b, c に関する検討は今後とも継続して研究していくべき課題である。

以上,SC構造の力学機構については今後に残された課題はあるが,今回の設計はこの実験結果に基づいて行なっている。

6.3 継手部の周方向曲げせん断特性(J-T-1, J-T-2, J-B)

継手部に作用する周方向面外曲げモーメントは,5.3で述べたように,パネルの上・下フランジ部に取り付けられた引張抵抗を有するP-Pジョイントと中詰めコンクリートにより受け持たれる。継手部の力学特性と耐力の確認を目的に,実験はP-Pジョイント単体の引張試験(J-T)と継手部の曲げせん断試験(J-B)を実施した。実験結果を図18～20に示す。

図18は引張試験の荷重と伸びの関係を示したものであるが,J-T-1は図18に示すA部の破断によって,

また、J-T-2は継手が双継手から抜けたことによって破壊に到っている。J-T-1で約210t/m、J-T-2で約140t/mの引張耐力を有している。

図19は継手部の曲げせん断試験の荷重と変位中央のたわみを示したもので、6.2に示した実験と同様にコンクリート部のせん断破壊によって終局耐力に到っている。図20は純曲げ部分の

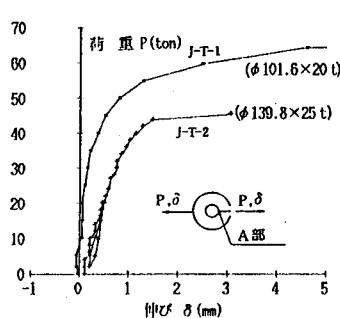


図18 P-δ曲線 (J-T)

上・下フランジ部鋼板のひずみと荷重の関係を示したもので、図中の ϵ_{12} 、 ϵ_{34} はトラスモデルでの計算値である。引張側鋼板の挙動は計算値とよい一致を示すが、圧縮側鋼板はP-B実験と同様に中詰めコンクリートのアーチ作用により実験値と計算値に差異が生じている。

6.4 継手部面内せん断特性

図21は継手部の押抜き荷重と変位の関係を示したものである。実験は中詰めコンクリート部分のせん断破壊により終局耐力に到っている。この実験によれば、継手部は約220t/mの面内せん断耐力を有しており、設計上問題のない事が確認できた。

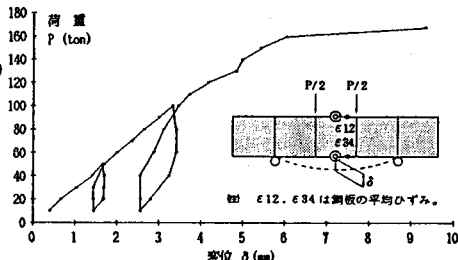


図19 荷重～たわみ曲線 (J-B)

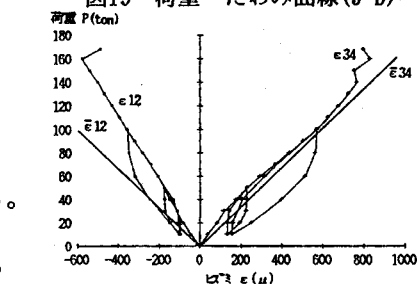


図20 荷重～ひずみ曲線 (J-B)

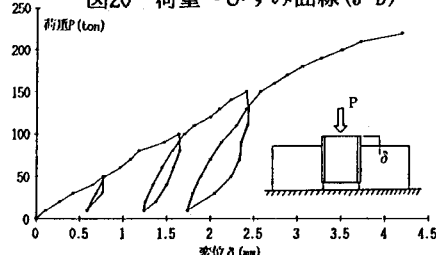


図21 押抜き荷重～変位曲線 (J-S)

7. 施工

7.1 施工フロー

鋼製連壁工法の施工ステップを図22に示す。以下、主要な工事ステップについて説明する。

7.2 溝掘削工

クリ掘削機(リーダー L=20m)に幅700mm、開口1920mmのワットを取り付けたものを使用し、溝幅700mm、深さ15.4mの溝を掘削した。図23は鋼製パネル1枚を建込むための溝の掘削順序を示したもので、①②③の順に掘削を行なっている。掘削は、鉛直精度1/500、水平ずれ±30mmに精度を設定して行なった。掘削した溝はこの精度を十分に確保している。なお、安定液として表5に示すようなベントナイト泥水を使用した。表5中の逸泥防止剤は、透水係数の大きい表層部からの安定液の逸水対策として、掘削初期に添加した。

7.3 スライム処理工

スライム処理工は、掘削直後の1次および2次スライム処理と根固めコンクリート打設直前の3次スライム処理というステップで行った。1次スライム処理はクリ掘削機により行ない、2次スライム処理はサンドポンプ方式、3次スライム処理はφ125の吸水管によるアクションポンプ方式により行なった。なお、2次スライム処理は砂分率が10%以下に管理し、3次スライム処理は2次スライム

処理後堆積したスライム厚が20mm以上の場合に実施している。

表5 安定液の配合

(安定液 1m ³ 当り)		
ベントナイト		7.5 kg
ポリマー		0.5 kg
分散剤		1 kg
逸泥防止剤	A	10 kg
	B	10 kg

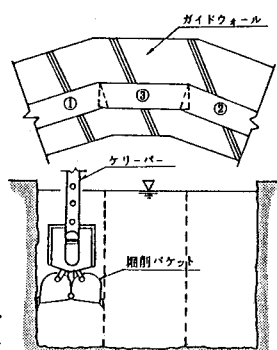


図23 掘削順序

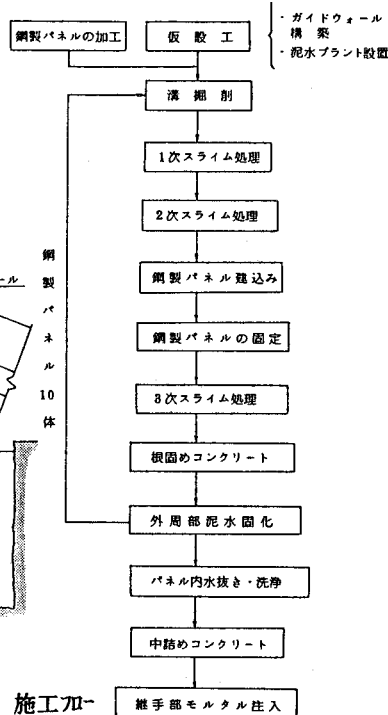


図22 施工フロー

7.4 鋼製パネル建込み

鋼製連壁は、図5に示したように10体の鋼製パネルを図5の鋼製パネル配置図中に示したエレメント順に建込み、閉合させることにより構築される。各エレメント間は図9、図11に示したようなね継手(φ42.7)とヌ継手(φ139.8)からなるP-Pジョイントにより結合される。この継手部は、鋼製パネルの建込み誤差の吸収しろが小さいため、建込みに際しては、パネル枚ごとの高い精度管理が要求された。

鋼製パネル体の重量は約15tonであり、その建込みは50tクレーンを用いて行なった。また、建込み後直ちに精度を測定し、パネル位置の微調整を行なった。建込み精度の微調整は①傾斜(鉛直精度)の調整と②平面的なずれの調整とに分けて行なった。この結果として、鋼製パネルは鉛直精度で1/500,平面ずれで25mm以内という非常に高い精度で閉合することができている。その精度測定結果を図24、表6に示す。

7.5 根固めコンクリート

建込まれた鋼製パネルを溝壁内に設置・固定した後に、根固めコンクリートをトミ管により打設した。この根固めコンクリート打設時に特に注意を払わなければならない事は、このコンクリートが隣のエレメントに流出すると、隣のエレメントでの鋼製パネル建込みの時にそれが障害となることである。これを防止するために、鋼製パネルの先端部にはコンクリート流出防止用の治具を取り付けている。

7.6 外周部泥水固化

パネルと溝壁の間の安定液の固化は、任意の時間に行なえ、しかも早期強度発現が大きい溝内混合方式(ケイ酸工法)により行なった。安定液の固化過程は図25のようである。

今回の鋼製連壁は、壁体の側面地盤反力を期待する基礎構造であるため、固化泥水の強度管理は重要な問題である。ここでは、固化泥水の一軸圧縮強度(28日強度)が3kg/cm以上となるように固化剤の配合を決定し、固化泥水が周囲地盤と同程度の強度を持つようにしている。表7に室内養生した固化泥水のテストピースから得られた一軸圧縮強度を示す。28日強度で4.0~4.8kg/cmの強度発現を示している。

7.7 中詰めコンクリート

鋼製パネル内部にコンクリートを打設する前準備として、まず、鋼製パネル内の泥水を抜き取り、次に、高圧水により洗浄した後にパネルの底に堆積しているスライムを吸引した。その後、図26に示すように1回打ちにてコンクリートをパネル内に打設している。

なお、コンクリート打設は、コンクリートの偏圧力により鋼板に過大な応力や変形が生じないように1回の打設高さを約5mとして3回に分けて行なった。

中詰めコンクリートの配合を

表7 固化泥水一軸圧縮強度(kg/cm)

エレメント No	1日強度	8日強度	7日強度	28日強度
①	0.4	0.8	2.2	4.5
②-1	0.4	0.8	2.2	4.0
②-2	0.4	0.8	2.2	4.0
②-3	0.4	0.8	2.2	4.0
②-4	0.4	1.0	2.2	4.6
②-5	—	0.7	2.8	4.8
②-6	—	0.7	2.8	4.8
②-7	0.6	—	1.6	4.8
②-8、③	0.6	—	1.6	4.8

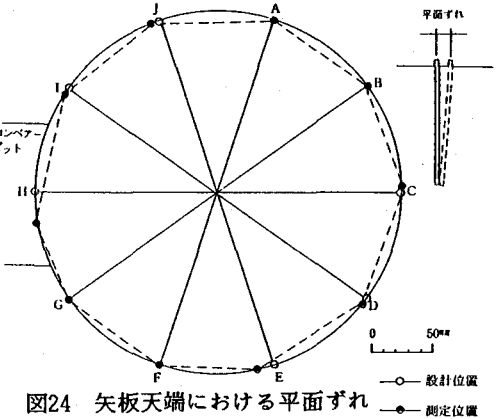


図24 矢板天端における平面ずれ

表6 パネルの鉛直精度

測定位置	非筒径方向の鉛直精度	非筒周方向の鉛直精度
A	1/ 6000	1/ 1150
B	1/ 3000	1/ 1500
C	1/ 15000	1/ 750
D	1/ 2300	1/ 7500
E	1/ 1000	1/ 15000
F	1/ 2000	1/ 500
G	1/ 1500	1/ 530
H	1/ 1360	1/ 750
I	1/ 1760	1/ 680
J	1/ 1200	1/ 620

固 化 過 程	エア-圧力	時 間
エアブロー開始	2~8kg	5~10分
ケイ酸ノズル投入(ケイ酸8%)	8~4kg	15~20分
セメントペースト投入	4~6kg	20~30分
ゲル生成確認・攪拌停止		
養生		

図25 安定液固化過程

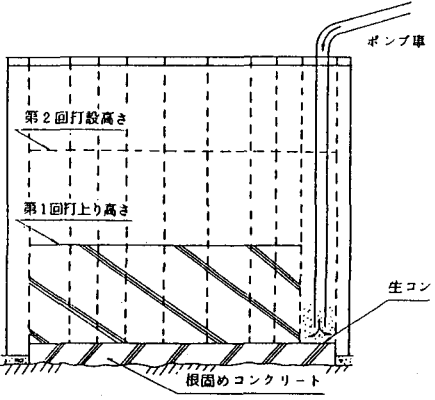


図26 中詰めコンクリートの打設

表8 中詰めコンクリート・根固めコンクリート配合

スランブ (cm)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	空気量 (%)	水セメン ト比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
					水	セメント (高炉B)	細骨材	粗骨材	混和剤 (ベリックス)
18±1.5	20	4±1	50	46.1	189	378	786	970	0.756

表9 中詰めコンクリート圧縮強度

方 向	圧縮強度	平 均 強 度	
鉛直方向	340 型	349 型	331 型
	357		
水平方向	313	313 型	

表8に示す。7.6で述べた根固めコンクリートも同一の配合としているが、泥水中で打設される根固めコンクリートの設計基準強度は240kg/cm²とし、ドライな状態で打設される中詰めコンクリートのそれは300kg/cm²としている。表9には、GL-1m付近から採取した中詰めコンクリートの圧縮強度(材令123日)を示すが、所要の強度を有していることが確認できる。

7.8 継手部モルタル注入

鋼製パネルの閉合および中詰めコンクリートの打設完了後に、継手部のモルタル注入を行った。図27にこの継手部ディテールを示す。継手部モルタル注入は、まず、右継手から清水を圧入してパイプの内部を洗浄し、次に、グラウトポンプによりモルタルをこの右継手から圧力注入して行っている。右継手の先端部には、図27に示すようにφ20の穴を計4ヶ所設けており、洗浄水およびモルタルの流出口として機能させている。

なお、図27に示したディテールでは、中詰めコンクリートが右継手の隙間から右継手の内部へ流入したり、または、中詰めモルタルがこの隙間から流出したりするため、P-Pジョイントに流入防止治具を取り付けている。

モルタルの配合は表3に示したものと同一である。

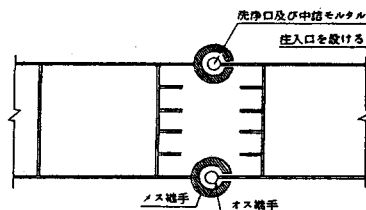


図27 継手部モルタル注入口

8. 工 程

図28にこの工事の実績工程を示す。現地着工から約2ヶ月、鋼製パネルの加工を含めて約3.5ヶ月で鋼製連壁が築造できた。図29に、1エレメントに対する溝掘削～外周部泥水固化までの標準工程を示す。

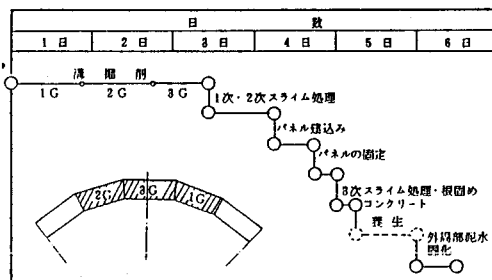


図29 1エレメントの対する溝掘削～外周部泥水固化までの標準工程

9. 鋼製連壁の挙動

鋼製連壁の挙動を確認する目的から、図30に示す位置に

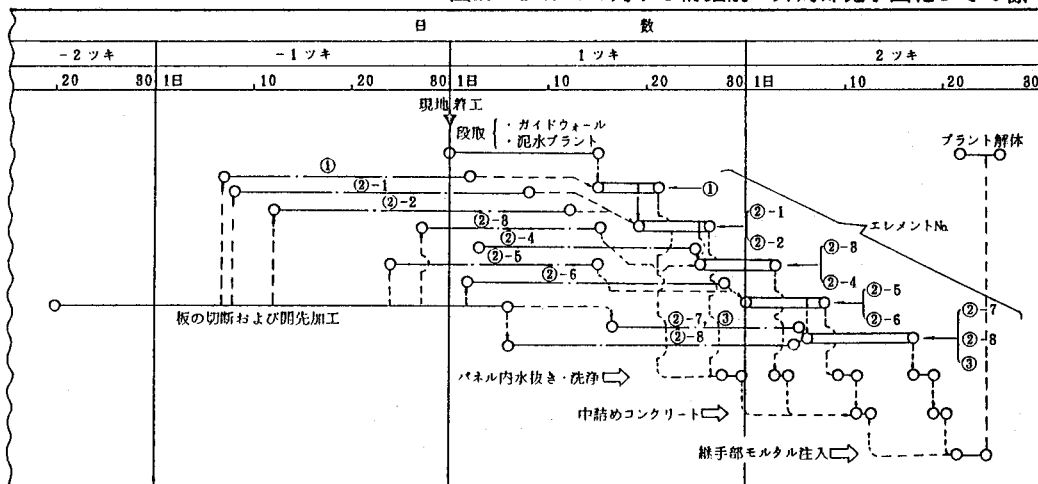
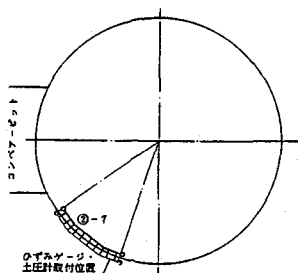


図28 実績に基づいた全体工程 (注) ○—○ は、溝掘削～パネル建込～外周部泥水固化までの日数である。
○—○ は、パネルの組立、加工、取付けを含む。



測定 順序	ヒズミ 土圧	—	—	—	1	2	3	4	5	6	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
備 考	周辺部 泥水固 直後	—	パネル内 水抜き 後	中詰め コンクリ 打直後	連壁内 掘削 GL-2.5m	掘削 GL-5.0m	コンクリート 打直後		—	クレーン 設備の一 部が設置	
							打直直前	打直直後			
日 次	4 日 1 日 2 日 28 日 11 日 34 日 1 日 6 日 40 日										

図30 測定位置と測定時期

ひずみゲージ(鉛直および水平方向、計18ヶ所)と土圧計(1ヶ所)を取り付けて、現在、計測を行なっている。

図31は、GL-4.5mの位置において鋼製パネルに作用する土圧の変化を示したもので、横軸の番号は図30の測定順序の項に示した番号と対応している。土圧は、泥水固直後と中詰めコンクリート打直後を除いて、 $0.2\text{kg/cm}^2 \sim 0.35\text{kg/cm}^2$ という値を示している。この値は、ほぼその位置で発生している水圧の値に近いことから、固化的泥水自体が壁体としてかなりの土圧を負担しているものと推測される。

図32は鋼製パネル表面のひずみを示したもので、図中の2,6は図30の測定順序の項に示した番号と対応している。これによれば、周方向(水平方向)にもかなりの力が流れている事が明らかであり、定性的ではあるが、円筒シェル構造として十分機能していると考えられる。

なお、鋼製連壁の沈下についても観測を実施しているが、今までのところほとんど沈下は発生していない。また、GL~GL-4mまでは鋼製連壁を本体壁として利用しているが、壁体からの漏水は、完成後はもちろんの事、連壁内掘削時にも全く見られなかった。

10. おわりに

「鋼製連続地中壁工法」による井筒基礎の築造は、以上述べて来たように、所期の性能・機能を十分に満足して完成した。地中に鋼とコンクリートのサンドイッチ型合成構造壁体を作るとこの試みは、今回が初めてであるが、今後、今回の実績をもとに構造面・施工面での研究・開発を継続していくことにより本工法のより一層の完成を目指していきたいと考えている。

最後に、本工事の施工にあたった大成建設(株)の方々には深く感謝する次第である。

<参考文献>

- 1) 中村・高旗・山下：連続地中壁の応用、コンクリート工学、Vol.23, No7, 1985
- 2) 鈴木・加藤：コンクリート充填構造要素のせん断耐力 その1、建築学会論報、341号、昭和59年7月
- 3) 加藤ら：コンクリート充填鋼板耐力壁の実験的研究その1、その2、その3、建築学会学術講演会、昭和60年
- 4) 橋原ら：鋼板とコンクリートから構成されるサンドイッチ型複合構造物の強度に関する研究 第1報、第2報、第3報、日本造船学会論文集、Vol.141, 142, 145
- 5) 服部ら：鋼板とコンクリートから成るサンドイッチ型コンクリート構造の最終強度、日本造船学会、論文集、Vol.157号
- 6) 田村・鈴木：氷海石油掘削人工島、コンクリート工学、Vol.24, No3, 1986
- 7) 建築学会：鋼管コンクリート構造計算規程、建築学会
- 8) 日本道路協会：鋼管矢板基礎設計指針、日本道路協会

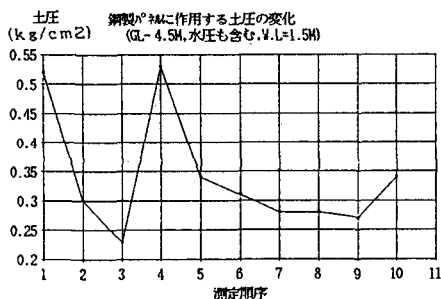


図31 土圧の変化

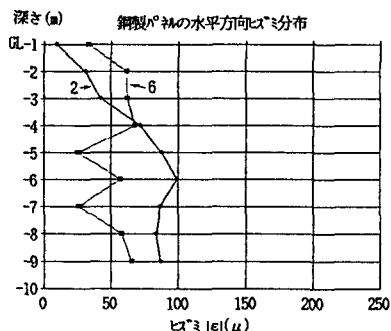
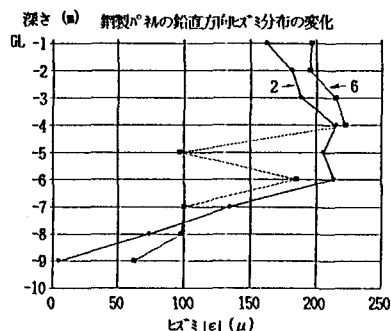


図32 鋼製パネルのひずみ分布