

大阪中央体育館ステンレス防水工事施工事例

The Construction of the Stainless Steel Waterproofed Roof of Osaka Central Gymnasium

佐藤秀久 / Hidehisa Sato ・ ステンレス・チタン建築部 グループ長

大八木亮太郎 / Ryotaro Oyagi ・ ステンレス・チタン建築部 次長

金子照男 / Teruo Kaneko ・ ステンレス・チタン建築部 グループ長

要 約

大阪府にて、行われる平成9年の国体用に体育館を新設するに当り、緑地と、体育館の両方を得る方法として、体育館を埋設する設計となった。すなわち、体育館屋根を防水して、その上に押えコンクリートを施し、土を盛り、植栽して、緑地とすることとしたが、その場合の防水工法として塗布防水と、ステンレス溶接工法の二重防水が採用され、ステンレス防水は、非露出防水の経験豊かな弊社のP&Pステンレス防水が選ばれた。

Synopsis

A unique design concept of the construction of a new gymnasium for the National Athletic meet being held in '97 in Osaka was having both greenery and an athletics building by covering the roof with soil. The roof was simply waterproofed, then concrete and soil were piled on it's surface. On the roof, many kinds of tree were planted to create an area of greenery. A vinyl coating and stainless steel sheet seamwelding were accepted as waterproofing. Finally our tried and tested P&P Stainless Steel Waterproofing was selected for this non-exposed waterproofing application.

1. はじめに

大阪中央体育館は従来の八幡屋公園に建設することになったが、緑地の減少は都市環境を悪化させるとの意見から、世界でも例のない大型屋上植栽建造物となった。体育館上に盛り土を施し、樹木を植えて公園内に小山を作り緑地を確保することとした。この方法によりもう一つの狙いである空調費の大幅削減を図ることができた。植栽をした後はメンテナンスが不可能となるため、メンテナンスフリーの

防水工法が模索された。あらゆる面から検討がなされ、豊富な経験と実績を有する弊社のP&Pステンレス溶接防水工法が選択された。素材としては、肥料等による耐薬品性等を考慮してSUS 316を使用、約10ヶ月の工期を投じて面積32,350 m²を完成した(写真1, 2)。



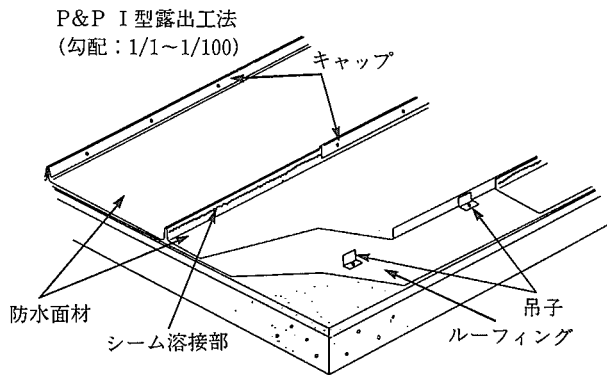
写真1 大型屋根植栽建造物完成



写真2 SUS 防水完成

写真5 シーム溶接

製品紹介



第2図 P&P工法概略図

4. 着工前の主な検討事項

4-1 吊子の固定方法

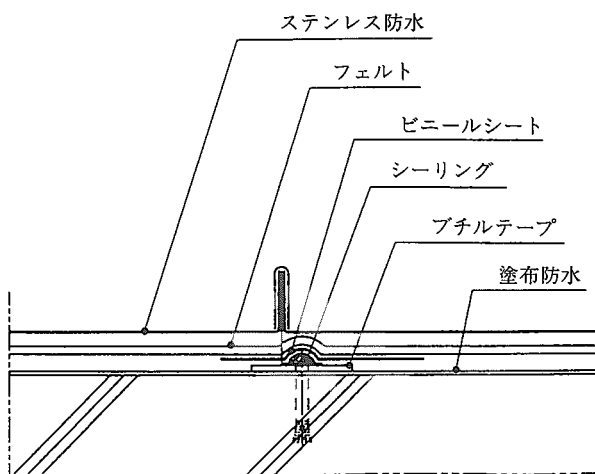
躯体コンクリート表面は、パラテックス塗布防水を施した上にステンレス防水を行うが、標準通りの吊子の固定方法では塗布防水を損傷してしまい、機能が損なわれるのではないかという懸念があった。

吊子を塗布防水の上に接着剤で止める方法を検討した。

最高部での吹き上げ荷重：2563 N/m² > 割裂接着強さ 1206 N/m²
 (*OP+23600 mm) (402 N/個×3 個/m²)

夏期高温時に接着効果が下がるため緊結力が不足するので、最終的には全数オールアンカーで固定することとし、第3図に示すように塗布防水を貫通した孔はブチルゴムで止水しアンカーの頭はシーリングで止水することで対処した。ちなみにオールアンカーの引き抜き強度は3560～5880 N/本→吊子の配置は2.2本/m²なので、7761～12818 N/m²で十分である。

*OP=Ocean Point



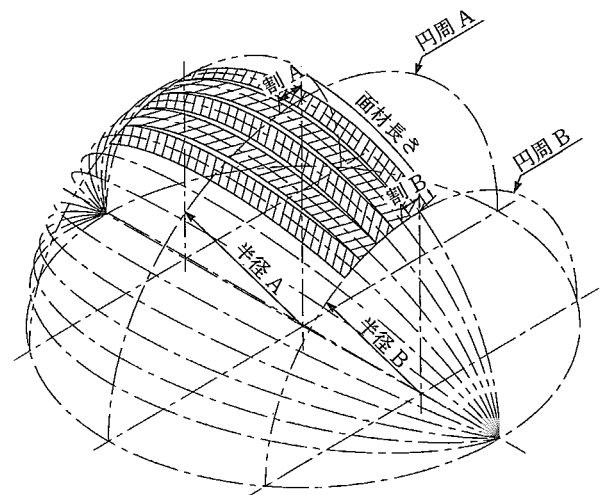
第3図 吊子取付図

4-2 球形屋根への面材割付方法

- (1)割付の検討に当たって球形屋根を平行面材で葺くことの可否が最大の課題となった。第4図の割付検討図で示すように面材長さが17 m程度であるので、面材間の隙間も最大3.2 mmとなり平行面材で可能と判断した。
- (2)具体的な葺き方は全周を6分割して境界面材を設置し、その境界面材の中心から平行に面材を配するという割付とした。割付の一部を第5図に示す。
- (3)面材間の隙間の解消方法として第6図に示すように拌み部を標準よりも10 mm高い30 mmとして溶接線の高さを20 mmとすることにより吸収することとした。

4-3 ステンレス防水面材の挙動について

ステンレス防水面材を葺き終えてから押さえコンクリートを打つまでの期間は最大で2ヶ月であり、温度変化は30℃程度である。建材試験センターの「ステンレス防水屋根の熱変形試験」より熱応力は10 N/mm²以下と推定され、問題なしと判断した。コンクリート打設時に、面材に生じる応力は種々の条件を想定(躯体コンクリートと面材の馴染みの悪さ、およびコーナーでの隙間)しても微少な応力(0.072 N/mm²)であり、全く問題なしと判断した。



$$\frac{\text{半径 A}}{\text{半径 B}} = \frac{\text{円周 A}}{\text{円周 B}} = \frac{\text{割 A}}{\text{割 B}} \text{ である}$$

(面材長さ)

$$\text{半径 B} = \cos \left(\frac{8500}{102000} \right) \text{ ラジアン} \times \text{半径 A} = 101646$$

(半径 A)

$$\text{面材長さ} \left(\frac{17000}{2} \right) \quad \text{割 B (半径 A)} \quad \text{割 A} = \frac{910 \times 102000}{101646} = 913.2$$

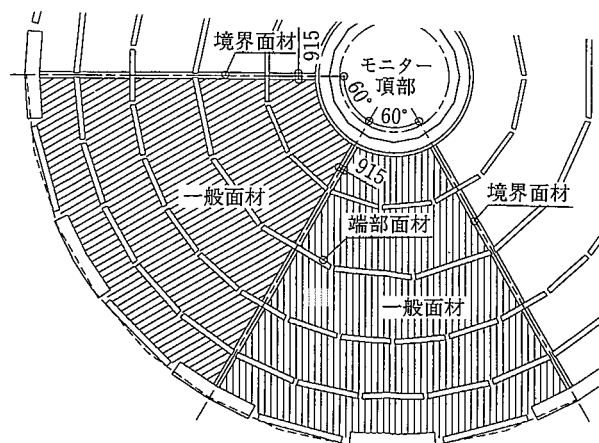
(半径 B)

割 A 部での面材の隙間は面材長さ17000で3.2

(割 A) (割 B)

$$913.2 - 910 = 3.2 \quad (\text{単位: mm})$$

第4図 球形屋根の割付検討図

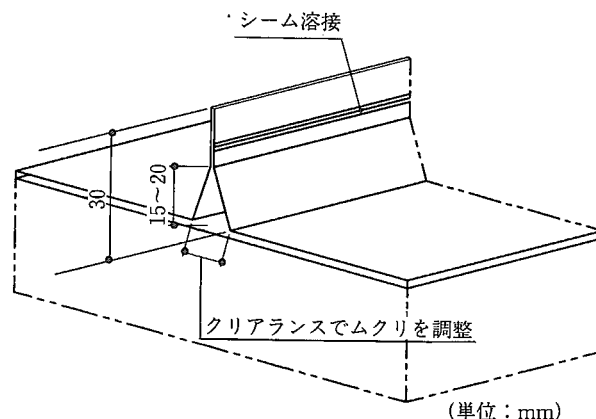


(単位: mm)

第5図 境界面材の割付配置

完成時の面材は躯体コンクリートと押さえコンクリートで挟まれ固定されることが年間を通じて温度変化は、少ないので面材の変形は小さくウレタンとの接触部で微細な動きは吸収されると思われる。

なお、この面材挙動についてはモックアップを作成し、2ヶ月間放置後に調査を行い全く変化がないことを検証した。モックアップの概略構造を第7図に示す。



(単位: mm)

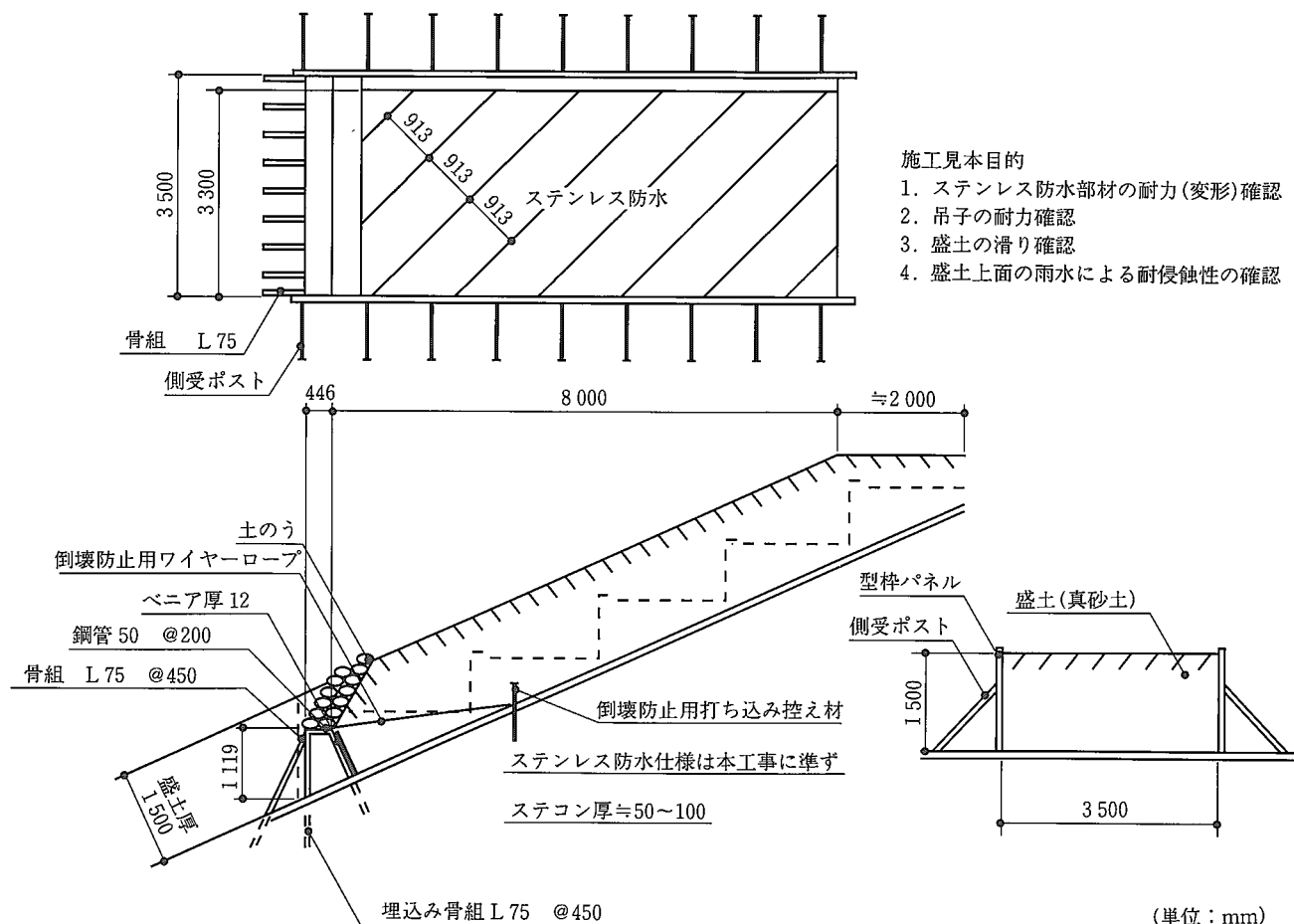
第6図 面材間の隙間解消方法

4-4 働き幅についての検討

非露出工法の標準働き幅は 955 mm (950 mm 成形) であるが、本件では球型屋根のムクリを考慮して 910 mm とした。なお、吊子ピッチは 500 mm とした。

4-5 シーム溶接の性能の確認

特に屋根面材がぬれている場合でも溶接は問題なく溶着していることを「シーム溶接の環境条件による溶接状況調査実験」により確認した。



(単位: mm)

第7図 トップコンクリート・盛土・ステンレス防水モックアップ図

製品紹介

5. 実施工の概要とチェックポイント

本件は世界でも初めての特殊仕様ゆえ実施工に当たっては図面打ち合わせ、議事録、施工計画書等の設計図書に記載とおりの施工をすること、また、記載のない方法を用いる場合は、請負者、設計監理者、専門業者の三者による打ち合わせ決定後に施工することを徹底した。特に現場と本社との連絡を密にすることと素早いJV対応を図った。

5-1 溶接作業

本件では特に完全な水密性が要求されたが弊社の溶接作業の標準工法で十分対応できた。

5-2 緩衝材

ステンレス面材と吊子頭の間に緩衝材として1mmの塩化ビニールシートを入れて、面材が熱伸縮等で動いた時にも疵がつかないように対処した(前述第3図参照)。

5-3 下葺材

下葺材としてアスファルトフェルト 30 kg 品を使用した。通常は100mmのラップジョイントで敷き込むが、両面接着用のブチルテープを使用して躯体に貼付を行った。その状況を写真6に示す。

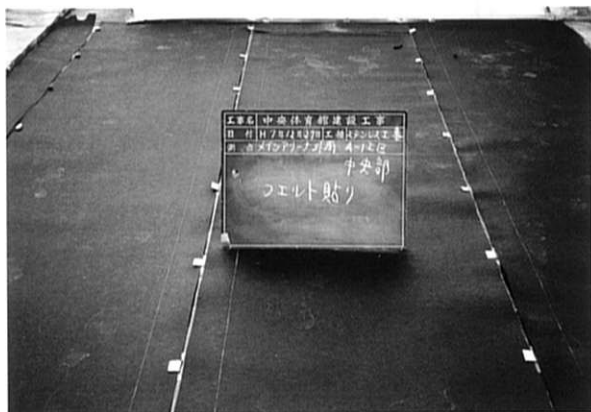


写真6 フェルト貼り

5-4 墨出し

あらかじめ各土留めに中心角60度ごとの基準墨を出し、その墨に境界面材を配置し一般面材は境界面材間の中心から915mmピッチで割り出した。平行面材使用であるから当然境界面材との接合は斜めにぶつかるTジョイントになる。写真7、および第8図にその状況を示す。

5-5 突起物の納まり

土留めを含み各種の突起物が円を描くように配置され、高さも土留めの最高位が1100mmあり、面材を中間で溶接接続をする必要があった。また、立ち上げ基部に水溜ま

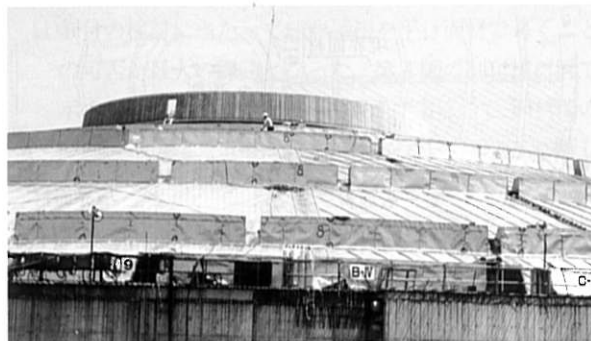
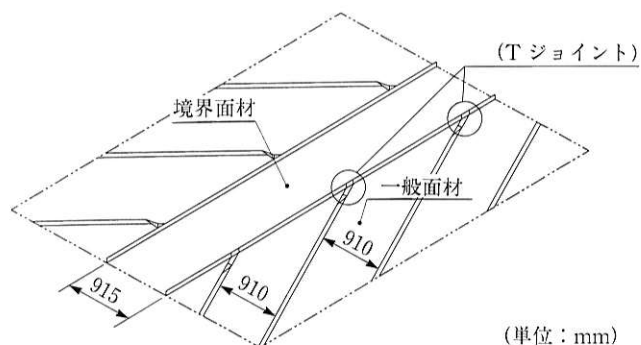
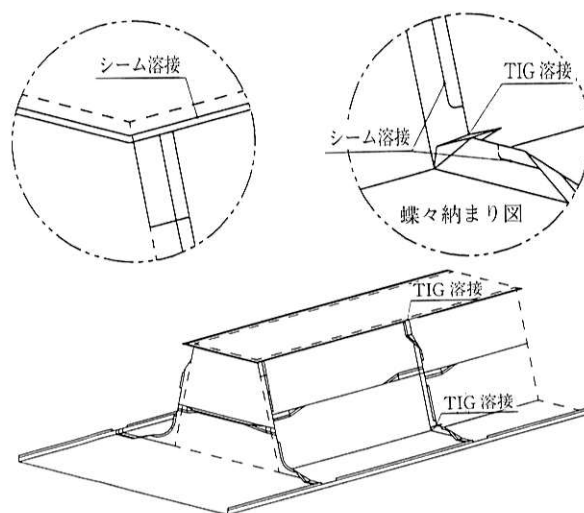


写真7 境界面材と一般面材部の屋根葺の状況



第8図 境界面材との取合い

りを極力少なくするため、立ち上げはハゼをつまむようにして折り曲げTIG溶接を施す方法を取った。この工法は高度なTIG溶接技術を必要とするが、面材に風振動、熱伸縮がかからない場合には、有効な手段である。また、土留めの天板と立ち上がり部の溶接はシーム溶接とTIG溶接を複合して行った。第9図および写真8にその状況を示す。



第9図 突起物の納まり

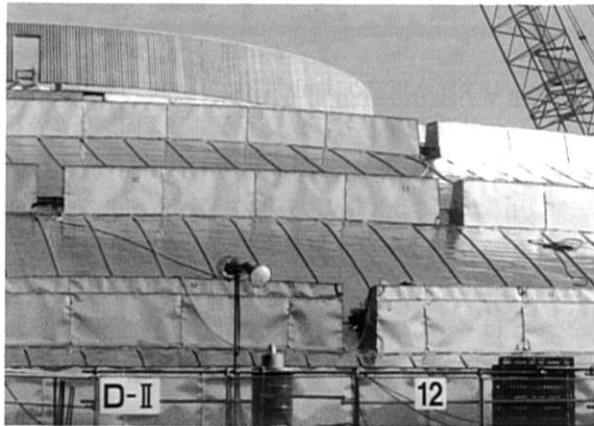


写真8 メーンアリーナ屋根工区、突起物施工

5-6 壁面、外周部の割付

外周面の施工に関しては壁面長さが延べ450 mに及ぶため、横張りを主体にすることで溶接線の長さを短くした。また、Tジョイントをできる限り少なくすることを主眼にして行った。とくに外周工区は高い壁が入り組んでおり形状が複雑になっているので躯体図と現場の両方を睨みながら、逐次進行しつつ、施工図が承認された翌日に施工するという進め方になった。外周工区の状況を写真9に示す。



写真9 ステンレス防水外周工区

6. 品質管理と補修

検査は下記の4段階で行われた。

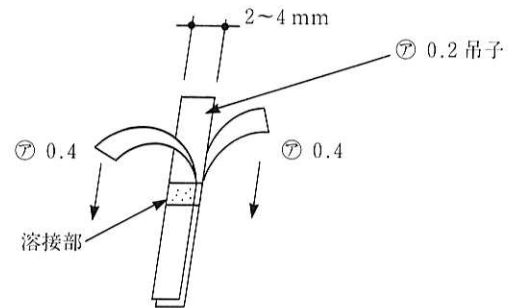
- (1) 日常自主検査
- (2) 引き渡し前自主検査
- (3) JV 検査
- (4) 監理者検査

6-1 日常検査

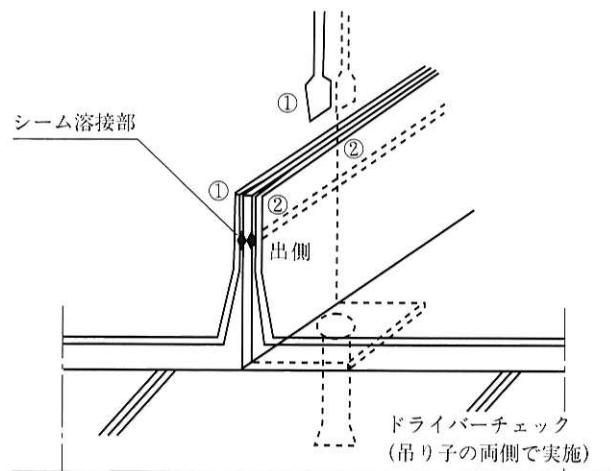
日常検査については溶接の完全性を主目的として溶接担当者によるピーリング試験(溶接スピード、溶接電流、電極加圧力のチェック)を各溶接機について午前、午後の立ち上がり時と溶接電極の手入れ時に行い、各試験時のデータとピーリングテストサンプルを一覧表としてJVに提出し承認を受けた。ピーリング試験の状況を第10図に示す。

次に溶接条件設定の溶接機にてシーム溶接を実際行った

ときに完全に結合しているかをドライバーチェックにて検査した。これは溶接担当者と住金検査担当者が溶接線10本に2ヶ所の割合で実施した。その状況を第11図に示す。



第10図 ピーリング試験状況



第11図 ドライバーチェック状況

6-2 引き渡し前自主検査, JV 検査, 監理者検査

引き渡し前自主検査, JV 検査, 監理者検査は、下記の各項目について行った。

(1) 目視検査

チェックリストにより溶接線が完全に連続していること、面材の有害な歪みの有無、疵、割れ等について防水機能に支障をきたすことが無いかを検査した。特に今回は面材の小さな圧痕も厳しくチェックし、後で述べる補修基準に従って補修を行った。

(2) 吸引試験

減圧装置で大気圧-200~-250 mm 水柱まで減圧して漏れを確認した。通常この種の検査は200~300 m²に1箇所位実施していたが、今回は特殊な物件ということでJVとの取り決めで約10倍の頻度で実施した。

(3) 水張り試験

球状屋根であることから全面水張りは不可能であることで、土留めの水上部に最深700 mmの水を張り24~72 Hrの放置を行って確認した。これ等の検査は自主検査で大半

製品紹介

を実施し、JV 監理者検査ではそれに上乗せして検査が実施された。

なお、水張りは1期工事のメインアリーナに関して行い、その結果により2期工事では省略可とのことをJVおよび監理者より通達された。

6-3 補修

検査時の指摘に対する補修として、

- (1)面材に著しく有害な歪みがあった場合は部分的に張り替える。
- (2)面材の凹状の痕は面材の板厚減少を考慮してハンダにより補強する。
- (3)溶接線の不連続、Tジョイント処理不良部は切り取り、TIGにより溶接補修する。
- (4)面材貫通孔、大型の凹状疵は切り取り補修する。

これ等の補修はどの段階の検査であっても指摘時、補修中、補修完了の写真をJVに提出する取り決めで行った。

7. 結 言

ステンレス防水工法が実用化されて以来、17年を経過し、一応の社会的地位を占めたといえる。今回、世界でも初めての試みである埋設建造物の防水にステンレス溶接工法が採用されることとなり、長年の経験と、新たな検討によりこの超大型非露出防水工事に挑み、種々の対策を施しながら完成に至ったものである。従来から業界に於ける認識としては「ステンレス防水は非露出工法には適さない」といわれてきたが、この大型物件の完成により認識を新たにされるものと期待している。

なお、最後に、本件工事に関し、㈱日建設計殿、大林・西松・浅沼共同企業体殿の熱心な御指導を戴きましたことを深く感謝致します。

第1表 試験・検査の内容

		実施者	立合者	検査の目的
日 常	ピーリング	溶接担当者	—	溶接機の状態設定
	溶接線目視	溶接担当者 住 金	住 金	溶接不良部、溶接線不連続 ラップ不良の確認
	ドライバー チェック	溶接担当者 住 金	住 金	溶接の溶着確認
	吊子位置等	工 事 業 者	住 金	図面、寸法通りの施工確認
引き渡し前 自主検査	目 視	住 金	—	チェックリストにより防水 面の出来上がり確認
	吸引試験	工 事 業 者	住 金	抽出個所の溶接部にリーク は無いかな
	水張り試験 (24~72 Hr 放置)	工 事 業 者	住 金	水張り可能個所の水密性確認
JV 検査	目 視	JV	—	—
	吸引試験	住 金	JV	自主検査以外の個所を任意 抽出して確認
	水 張 り	住 金	JV	自主検査と同様
監理者検査	目 視	日 建 設 計	—	—
	吸引試験	JV (住金)	日 建 設 計	JV 以外の個所
	水 張 り	住 金	日 建 設 計	自主検査と同様

問合せ先

ステンレス・チタン建築部 グループ長
☎ 03(3660)1906 佐藤

参考文献

- 1) シーム溶接の環境条件による溶接状況調査, 住友金属テクノロジー㈱, No.G 4 C-007