

コンクリート構造物（油水分離槽）の劣化調査

高橋 秀樹* Hideki Takahashi
 前川 一行** Kazuyuki Maekawa
 原田 耕司*** Kōji Harada

1. はじめに

厳しい化学的腐食環境下に置かれている製油所の油水分離槽の劣化調査を行った。

分離槽の流入口およびマンホールの劣化の程度を調査し、昭和61年に行った調査と比較し劣化の度合いを検討するとともに、構造物としての耐久性の評価を行い、今後の点検・調査方法についても検討を加えた。

2. 調査対象構造物

油水分離槽は、石油精製における廃水処理プラントの一次処理部で、一般含油廃水の油水分離を行う施設（ボックスカルバート）である。

調査対象の油水分離槽は、建造後10余年を経過し、その間この分離槽では絶えず含油廃水の分離作業が行われ、また槽内には廃ガスが充満しており、これらによって内壁部のコンクリートは腐食劣化していた。

3. 調査方法

劣化調査作業のフローを Fig. 1 に示す。

油水分離槽の内部は、N₂、H₂S などの有害ガスが充満しており、槽内に立入ることは困難なため、流入口およびNo.1 マンホールの蓋を開放し、内壁コンクリートの表面状況を地上部より目視によって調べた。さらに、ファイバースコープによるビデオ撮影によっても分離槽の内部を観察した (photo 1)。

次に、コンクリート表面のチップングを行い、劣化具合を調べ、さらにフェノールフタレインにより中性化深さを調べた。

構造物の外壁部については、マンホール横のスラブのコンクリート表面を目視観察、シュミットハンマによる表面硬度の測定およびボーリングによるコアの採取を行

った。

コンクリートの劣化の程度は、採取したコアの中性化試験や圧縮強度試験、化学分析試験等によって定量的に判断した。

4. 調査結果

前回調査結果と今回調査結果を Table 1 に示し、劣化状況を Fig. 2 に示す。

5. 劣化の検討

(1) 油水分離槽の劣化過程

今回の調査では、コンクリートの中性化深さが流入口部で35~40mm、No.1 マンホール部で30~40mmと、前回調査以降中性化はあまり進行していなかった。

しかし、この油水分離槽が通常的环境条件下に置かれたとした場合の中性化深さを日本建築学会提案式で推定すると約8mmとなり、これに比べ中性化進行の度合いは著しく早い。これは、油水分離槽に流れ込む含油廃水中

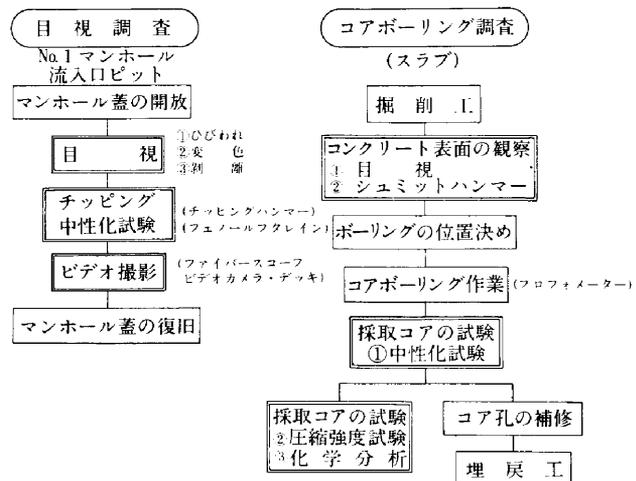


Fig.1 調査作業のフロー



Photo 1 ファイバースコープによる調査状況

*技術研究所地質研究課係長
 **技術研究所地質研究課副課長
 ***技術研究所地質研究課

の SO_4^{2-} や廃ガス中の H_2S などの硫化物によってコンクリート表面が腐食し、セメントバチルスが生成され、これによって劣化が早められたものと思われる。

また、調査箇所における中性化は、流入口内壁部が一番深く、順次下流側に行くにしたがい減少の傾向がみられた。

(2) 油水分離槽の耐久性

コンクリート構造物の耐久性に関する考え方には、中性化が鉄筋の位置に達した時を寿命とする「中性化寿命説」や、かぶりコンクリートにクラックが発生した時を

寿命とする「亀裂寿命説」などがある。

本構造物の場合、クラックの発生は認められず、コンクリートの劣化は SO_4^{2-} や H_2S 等の硫化物によるものと考えられるが、この分野の耐久性に関する文献はほとんどない。

一般に、コンクリート構造物の余命を推定する方法としては、構造物の経年とその時の中性化深さや主筋までのかぶり厚さを考慮した次式が用いられる。

$$\Delta t = \frac{D^2}{X^2} t - t = t \left(\frac{D^2}{X^2} - 1 \right)$$

Table 1 前回調査結果と今回調査結果

項目	前回（昭和61年10月）調査結果	今回（平成元年6月）調査結果																														
調査場所	No.1 マンホール 流入口ピット	同 左																														
(1) 目視調査 ①コンクリートの変色 ② " のひびわれ ③ " の剝離	①No.1 マンホール、流入口ピット共に、廃ガスによるコンクリートの劣化が著しく、内壁は茶色を呈し、特に流入口ピット部は茶褐色に変色していた。 また、流入口ピット内壁は、茶褐色の部分が剝落しその部分は黄色に変色していた。 スラブに関しては、何れも健全で異常は認められなかった。 ②ひびわれ箇所は認められなかった。 ③ハンマーで軽くたたきただけで、表面のモルタル層が剝落し、露出した骨材も脱落した。コンクリート剝落は最大で40mmに達した。 また、流入口ピットのタラップは5段目が欠落していた。	①No.1 マンホール流入口ピット共に、前回同様に黒褐色の付着物が認められた。 また、マンホール、ピット内壁においては所々黒褐色の部分が剝落し、黄褐色に変色していた。 スラブ表面は健全で異常は認められなかった。 ②ひびわれ箇所は認められなかった。 ③ハンマーで軽くたたきただけで、表面のモルタル層が剝落し、露出した骨材も脱落する状態であった。																														
(2) 構造物の中性化 ①マンホール部 ②スラブ部	①流入口ピット内壁 : 30~40mm No.1 マンホール内壁 : 25~30mm ②流入口ピット横のスラブ : 30mm No.1 マンホール横のスラブ : 3mm程度	①流入口ピット内壁 : 35~40mm No.1 マンホール内壁 : 30~40mm ②流入口ピット横のスラブ : — No.1 マンホール横のスラブ : ほとんどなし																														
(3) 圧縮強度 ①シュミットハンマー法 ②コアボーリング法	① <table border="1"> <thead> <tr> <th>場 所</th> <th>推定強度 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流入口ピット、緑コンクリート</td> <td>253</td> </tr> <tr> <td>No.1 マンホール、外壁</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>" スラブ</td> <td>269</td> </tr> </tbody> </table> ② <table border="1"> <thead> <tr> <th>場 所</th> <th>圧縮強度 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流入口、スラブ</td> <td>337</td> </tr> <tr> <td>No.1 マンホール、スラブ</td> <td>337</td> </tr> </tbody> </table>	場 所	推定強度 (kgf/cm ²)	流入口ピット、緑コンクリート	253	No.1 マンホール、外壁	220	" スラブ	269	場 所	圧縮強度 (kgf/cm ²)	流入口、スラブ	337	No.1 マンホール、スラブ	337	① <table border="1"> <thead> <tr> <th>場 所</th> <th>推定強度 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流入口ピット：緑コンクリート</td> <td>261</td> </tr> <tr> <td>" : スラブ</td> <td>212</td> </tr> <tr> <td>No.1 マンホール：外壁</td> <td>277</td> </tr> <tr> <td>" : スラブ</td> <td>236</td> </tr> </tbody> </table> ② <table border="1"> <thead> <tr> <th>場 所</th> <th>圧縮強度 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流入口ピット : スラブ</td> <td>319</td> </tr> <tr> <td>No.1 マンホール：スラブ</td> <td>335</td> </tr> </tbody> </table>	場 所	推定強度 (kgf/cm ²)	流入口ピット：緑コンクリート	261	" : スラブ	212	No.1 マンホール：外壁	277	" : スラブ	236	場 所	圧縮強度 (kgf/cm ²)	流入口ピット : スラブ	319	No.1 マンホール：スラブ	335
場 所	推定強度 (kgf/cm ²)																															
流入口ピット、緑コンクリート	253																															
No.1 マンホール、外壁	220																															
" スラブ	269																															
場 所	圧縮強度 (kgf/cm ²)																															
流入口、スラブ	337																															
No.1 マンホール、スラブ	337																															
場 所	推定強度 (kgf/cm ²)																															
流入口ピット：緑コンクリート	261																															
" : スラブ	212																															
No.1 マンホール：外壁	277																															
" : スラブ	236																															
場 所	圧縮強度 (kgf/cm ²)																															
流入口ピット : スラブ	319																															
No.1 マンホール：スラブ	335																															
(4) 化学分析 ①塩分含有量 ②コンクリートの単位容積質量 ③コンクリートの配合推定	①0.026% ②2320kg/m ³ ③ <table border="1"> <thead> <tr> <th>セメント (kg/m³)</th> <th>骨 材 (kg/m³)</th> <th>骨材・セメント比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>327</td> <td>1799</td> <td>5.50</td> </tr> </tbody> </table>	セメント (kg/m ³)	骨 材 (kg/m ³)	骨材・セメント比	327	1799	5.50	①0.05% ②2288kg/m ³ ③ <table border="1"> <thead> <tr> <th>セメント (kg/m³)</th> <th>骨 材 (kg/m³)</th> <th>骨材・セメント比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>304</td> <td>1723</td> <td>5.67</td> </tr> </tbody> </table>	セメント (kg/m ³)	骨 材 (kg/m ³)	骨材・セメント比	304	1723	5.67																		
セメント (kg/m ³)	骨 材 (kg/m ³)	骨材・セメント比																														
327	1799	5.50																														
セメント (kg/m ³)	骨 材 (kg/m ³)	骨材・セメント比																														
304	1723	5.67																														

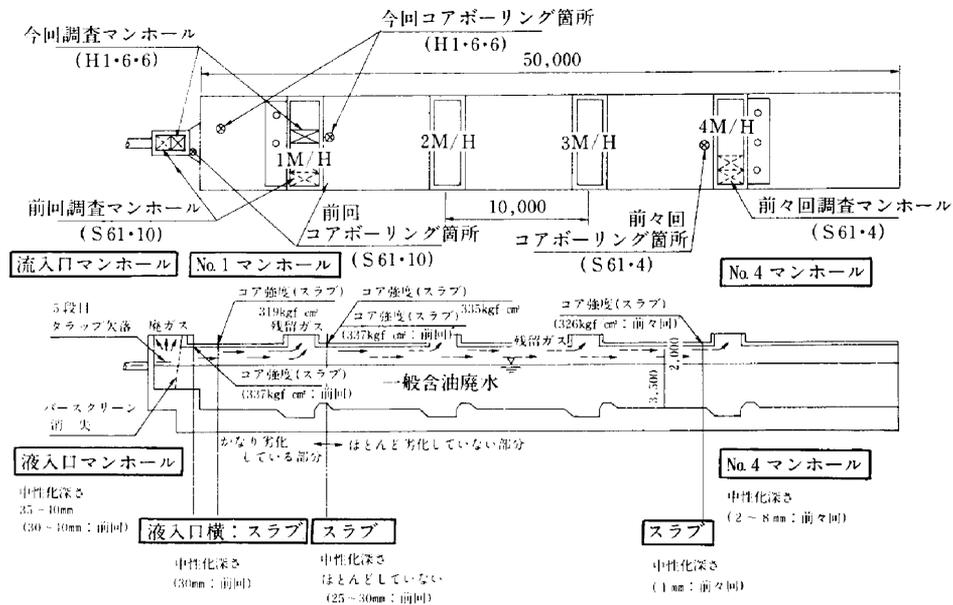


Fig.2 油水分離槽の劣化状況

$$\left[\begin{array}{l} \Delta t = \text{構造物の余命 (年)} \\ t = \text{試験時の材令 (年)} \\ X = \text{試験時の中性化深さ (cm)} \\ D = \text{主筋のかぶり厚さ (cm)} \end{array} \right]$$

上式を用いて本構造物の余命推定を行うと、流入口部分では、最大中性化深さが40mmであり、主筋のかぶり厚を50mmと仮定すると、余命は約8年となる。したがって、この部分においては、早期の補修や補強、あるいは構造物の改築が必要であると考えられる。

また、No.1マンホールから下流側に関しては、採取コアの中性化はほとんど認められず、またコアの圧縮強度も300kgf/cm²を超えており、コンクリートの劣化はみられない。したがって、この部分における耐久性としては、通常的环境条件下における鉄筋コンクリートと同程度と考えられ、寿命としては50年程度と推測される。

6. 今後の点検・調査方法

今回の調査では、過去の調査に比べ、劣化の進行があまりみられず、劣化の進行を把握するまでには至らなかった。

今後の点検・調査方法としては、通常的点検とは別に、次のような方法で構造物の経年劣化を観測することが必要と思われる。

- (A) 槽内の定点観測による経年劣化調査
槽内の観測場所を決め、定点における劣化深さ(中性化試験)を測定し、経年劣化を調べる。

- (B) 試験体による経年劣化調査
試験体や市販のコンクリートブロックを各マンホールに吊り下げて、腐食の度合いを定量的に観察し、経年劣化を調べる。

両調査を行い、総合的に判断することによって劣化の診断はより向上するものと考えられる。

7. おわりに

油水分離槽の流入口およびマンホール部は、硫化物による腐食が著しく、コンクリート表面が30~40mmも劣化しており、早急の補修・補強が必要である。

補修にあたっては、損傷の状況、構造物に要求される耐用年数、環境、美観および維持管理費を考慮した経済性により判断しなければならない。そこで本構造物の補修として、劣化部分を研り、コンクリートを打直し、表面に耐硫酸塩性の合成樹脂やFRP(繊維強化プラスチック)などでライニングを施す方法を提案した。