

## 危険物関係用語の解説（第4回）

今回解説する用語

- 鉄筋コンクリート
- プレストレストコンクリート
- 鉄筋コンクリートの管理

### 1 鉄筋コンクリート（Reinforced Concrete：RC）

身の回りに数多く見られるコンクリートの特徴は、①圧縮力に強く、耐久性、耐火性に優れる、②任意の形状・寸法の構造物を比較的容易に造ることが出来る、③維持費をほとんど必要としない等の長所がある反面、④引張力に弱い<sup>1)</sup>、⑤ひび割れが生じやすい等の短所があります。

鉄筋コンクリートは、引張力に強くコンクリートと付着性が良い鉄筋をコンクリートと一体化させて補強した複合材です。

1)：コンクリートの引張強度は、圧縮強度の1/10程度と極端に小さいことが知られています。

図1に示すコンクリート部材は、荷重が作用することにより上側に圧縮力、下側に引張力が発生しますが、荷重が大きくなると引張側にひ

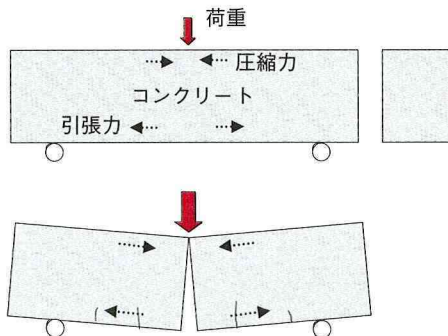


図1 コンクリート部材

び割れが発生し、急激に破壊します。

図2に示すように引張力が発生する側に鉄筋を入れると、圧縮力はコンクリートが、引張力は鉄筋が受け持ちます。荷重が大きくなるとコンクリート部材に細かなひび割れが発生することはありますが、ある程度の荷重まで耐えることができるようになります。

屋外タンク貯蔵所では、リングや防油堤などが鉄筋コンクリートで造られています。

鉄筋コンクリートリングには、図3に示すように、タンク荷重や土圧がタンク中心から外側に向かって作用します。このためリングの全周にわたり円周方向の引張力が発生するので、この引張力を受け持つ鉄筋を円周方向に配置します。

防油堤には、図4に示すように、タンクに貯蔵されている危険物が流出した場合に危険物の液圧が作用します。この時防油堤の縦壁には、堤内側に引張力、堤外側に圧縮力が発生するので、堤内側に引張力を受け持つ鉄筋を鉛直方向に配置します。

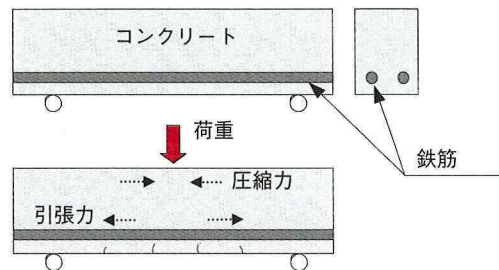


図2 鉄筋コンクリート部材

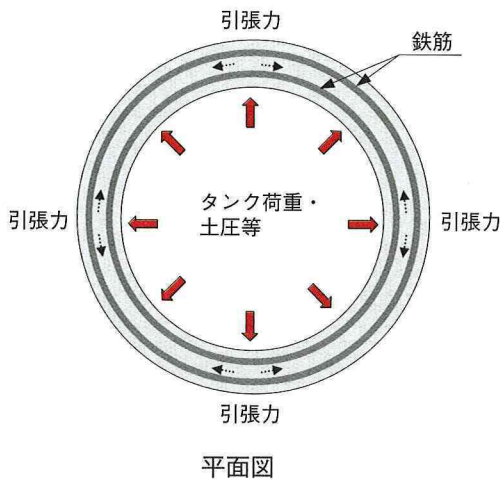


図3 鉄筋コンクリートリング

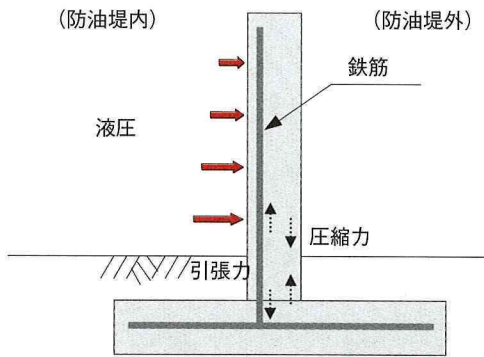


図4 防油堤断面図

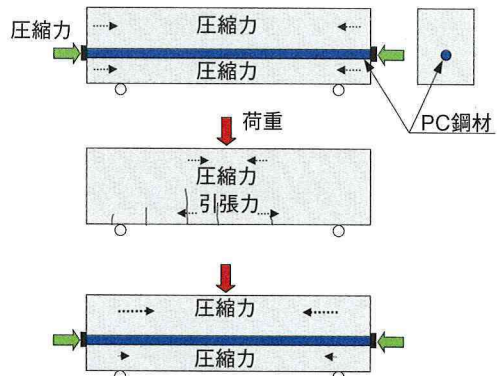


図5 プレストレストコンクリート部材

## 2 プレストレストコンクリート (Prestressed Concrete : PC)

プレストレストコンクリートは、荷重が作用することによりコンクリート部材に発生する引張力を相殺する圧縮力をあらかじめ人工的に加えて、荷重が作用してもコンクリートに引張力や有害なひび割れ等が発生させないようにしたコンクリートです(図5)。鉄筋コンクリート構造の長所に加えて、①ひび割れが生じにくい、②一時的な過大荷重(地震時水平力等)によりひび割れや変形が生じても除荷後はほぼ復元する、③部材断面を小さくできるので大スパン構造(橋梁等)に適する等の長所があります。

人工的に圧縮力を加える方法には、①鞘(シ

ース)をかぶせたPC鋼材を型枠内に設置してコンクリートを打設し、コンクリートが硬化後にジャッキでPC鋼材を引張りコンクリートに圧縮力を与える方法(ポストテンション方式)、②あらかじめPC鋼材を引張りその周りにコンクリートを打設し、コンクリート硬化後にPC鋼材の緊張をゆるめて、PC鋼材とコンクリートの付着によりコンクリートに圧縮力を与える方法(プレテンション方式)があります。

プレストレストコンクリートは、上水用の貯水タンクに多く用いられていますが、危険物貯蔵タンクにおいては、地中タンクの側板等にポストテンション方式で用いられている例があります(図6)。

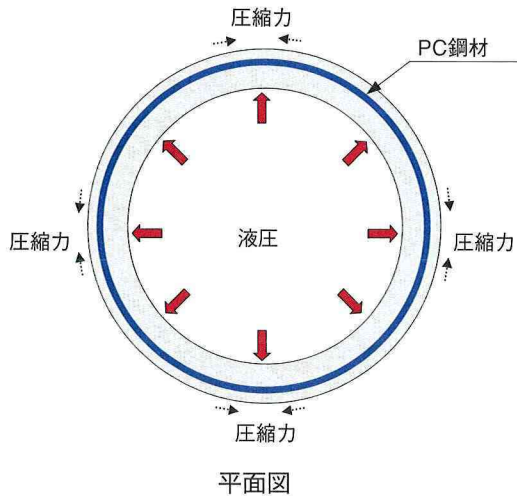


図6 タンクの例

地中タンクは地下水中に設置されることが多いので、鉄筋コンクリートにひび割れが発生した場合に地下水の滲入により鉄筋や鋼板の腐食が懸念されますが、プレストレストコンクリートでは、コンクリートに常時圧縮力をかけているのでひび割れが生じにくく、地下水の滲入を抑制することが期待できます。

### 3 鉄筋コンクリートの管理

鉄筋コンクリート構造物の代表的な変状と劣化に関する用語および、日常点検について、概要を解説します。

#### 1) 変状

##### ① ジャンカ (豆板)

ジャンカは、コンクリートの一部に粗骨材が多く集まってできた空隙の多い不良部分のことです (写真1)。コンクリート打設時の材料の分離などによって生ずるといわれています。

ジャンカは、空隙が多く密実なコンクリートではないので、中性化や塩害に対する抵抗性が小さく、鉄筋等の鋼材が腐食しやすい部分です。

##### ② コールドジョイント

コールドジョイントは、コンクリート打



写真1 ジャンカ

(出典)「コンクリート診断技術'03」  
(社)日本コンクリート工学協会

設時に上下のコンクリートの打設時間が開きすぎた時に、上下のコンクリートが一体化せず不連続面が生じたものです (写真2)。

この面のコンクリートは、脆弱でひび割れが生じていることが多く、構造物の耐力、耐久性等を低下させる原因となります。

##### ③ ひび割れ

ひび割れの発生原因はさまざまですが、内部の鋼材が腐食して体積が膨張することにより発生するひび割れ、温度低下や乾燥によりコンクリートが収縮することにより

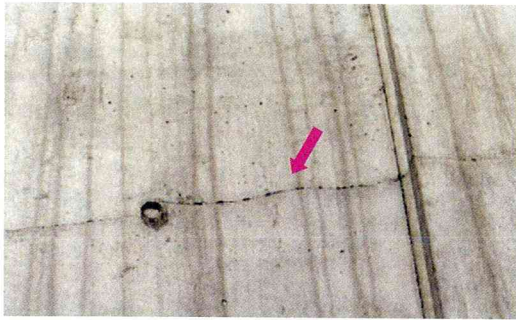


写真2 コールドジョイント

(出典)「コンクリート診断技術'03」

(社)日本コンクリート工学協会

発生するひび割れがよく見られます。特にひび割れ発生の原因が鋼材腐食による場合は、ひび割れを通して酸素や塩分などの供給量が増大することにより、鋼材の腐食が加速度的に進行するといわれています。

#### ④ 浮き

浮きは、表面付近のコンクリートが内部のコンクリートと一体性を失いつつある状態で、さらに劣化が進行すると剥離することになります。典型的な浮きの例としては、鉄筋が腐食して体積が膨張することによりかぶり部分に生ずる浮きがあります。

#### ⑤ 錆汁

錆汁は、コンクリート中の鋼材が腐食して茶色や褐色の腐食生成物がコンクリート表面にしみ出たものをいいます。

### 2) 劣化機構

#### ① 中性化

新しいコンクリートは強アルカリ性(pH12~13)の状態にあります。年月の経過とともに大気がコンクリート内部に侵入することにより、大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)とコンクリート成分が反応して徐々にアルカリ性が低下する(中性に近づく)現象を中性化といいます。

中性化による主たる劣化現象は、鋼材の腐食です。コンクリート中の鋼材は、強ア



写真3 中性化による劣化状況

(出典)「コンクリート診断士試験問題集」

(株)セメントジャーナル社

ルカリ性の状態においては不動態皮膜と呼ばれる薄い膜で覆われ錆から保護されていますが、pHが11程度以下になると不動態皮膜が破壊され腐食が発生しやすくなるといわれています。

写真3は、中性化によりコンクリート内部の鉄筋が腐食して体積が膨張し、かぶり部分のコンクリートが剥落した状況を示しています。

#### ② 塩害

飛来して構造物表面に付着した塩分は、年月の経過とともにコンクリート内部に浸透・蓄積します。そして鋼材周辺の塩分濃度が限界濃度以上になると、鋼材表面の不動態皮膜が破壊され腐食が発生します。この腐食に起因して構造物の諸性能が低下する現象を塩害といいます。土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕では、この限界濃度の標準値を1.2kg/m<sup>3</sup>としています。

写真4は、鉄筋が腐食して体積が膨張し、ひび割れが発生した状況を示しています。錆汁の発生も見られます。

#### ③ 凍害

コンクリート中の水分の凍結と融解が年月の経過とともに繰り返され、コンクリートが徐々に劣化する現象を凍害といいます。

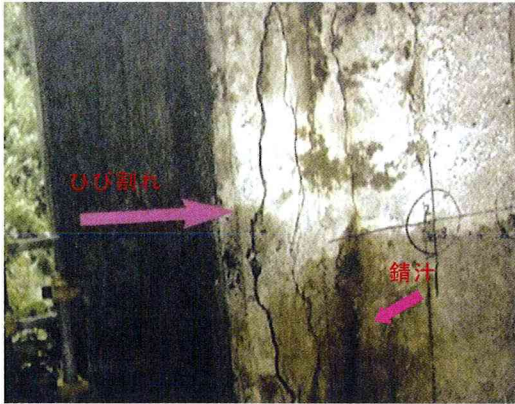


写真4 塩害による劣化状況  
 (出典)「コンクリート診断士試験問題集」  
 (株)セメントジャーナル社



写真5 凍害による劣化状況  
 (出典)「コンクリート診断技術'03」  
 (社)日本コンクリート工学協会

主な劣化現象は、コンクリート表面のスケーリング<sup>2)</sup>やポップアウト<sup>3)</sup>によりコンクリート断面が減少して、鋼材の腐食を誘発することです(写真5)。

- 2) : コンクリートの表面が薄片状に剥離する、表面がボロボロと削られる現象。
- 3) : 骨材の品質が悪い場合に、骨材の膨張によりコンクリート表面が円錐状に剥離する現象

### 3) 日常点検

#### ① 目視調査

コンクリート表面に生じたひび割れ、剥離、鉄筋露出、錆汁等の位置や程度、構造物全体の変形や沈下を、目視観察やクラックスケールなどの簡単な器具を用いて把握します。

特にコンクリート表面のひび割れは、構造物の耐久性や耐荷性能を評価するうえで重要で、ひび割れ幅や長さを計測するとともにデジタルカメラで記録を残すのがよいとされています。

調査結果は、継続的に行うことにより損

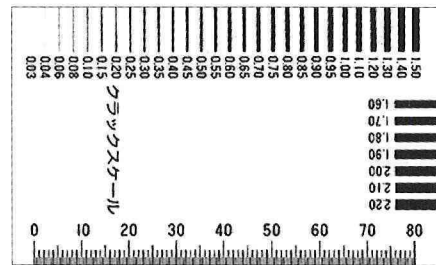


図7 クラックスケール

傷の進行状況を把握することができるとともに、詳細調査や補修工事の必要性を判断する資料になります。

#### ② 打音調査

打音調査は、コンクリート表面をハンマーで軽くたたいたときの音の違いで、コンクリート表面近くの浮き、剥離などの有無を推定するものです。「コツコツ」と高い音がする場所は健全な部分、「ポコポコ」と低い音がする個所は浮きやはく離などが生じている可能性が高いといわれています。