

製管工法による複合管 の常時設計計算例

平成21年 6月

株式会社 シビルソフト開発

複合管の常時設計手法（１）

- 「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き(案) 平成20年9月 (社)日本下水道協会」に、複合管の常時設計手法を記述。
 - 製管工法により更生された複合管は、既設管きょと更生材が一体構造となり、外力に抵抗するものとし、新管と同等以上の耐荷能力および耐久性を確認(P46の“3.1 複合管設計の考え方”に記述)。
 - 剛性管として扱い、対比させる新管としては、“JSWAS A-1”とする(P46の“3.1 複合管設計の考え方”に記述)。
 - 剛性管である複合管に作用する荷重は、“JSWAS A-1”に示す鉛直土圧および活荷重の総和(P46の“3.2 荷重”に記述)。

複合管の常時設計手法（2）

- 複合管の構造計算は、新管等で使用する許容応力度ではなく、既設管きよの劣化状態等を反映し、複合管の終局耐力を評価できる限界状態設計法により更生後の管きよの強度を確認（P47の“3.3 構造計算”に記述）。

複合管は、既設管きよと更生材との一体構造であるので、許容応力度法での耐荷能力を評価することは難しい。また、既に許容応力を超えた既設管きよ部材を構造部材の一部と考える場合もあり、許容応力度法の適用はなじまない。（P47の【解説】内に記述）。

- 複合管の構造計算例については、“更生管の手引き(案)”内の参考資料(参考-6)を参照（P47の【解説】内に記述）。

複合管の常時設計計算例（1）

- 「管更生の手引き(案) 平成13年6月 (社)日本下水道協会」に、複合管の常時における設計計算例を記述。

- P参-14～17に、設計計算例に使用する構造計算手法を“1. 構造計算法”に記述。

限界状態設計法においては、複合管の終局耐荷力、ひび割れ耐荷力が必要(P参-14(1)数値解析手法に記述)。

有限要素法を用いて既設管調査結果から設定した解析条件に基づき、終局耐荷力、ひび割れ耐荷力を算定し、既設管きよおよび複合管の耐荷力を評価(P参-14(1)数値解析手法に記述)。

コンクリートのひび割れを考慮した非線形FEM解析(分布ひび割れモデル)により複合管の終局耐荷力およびひび割れ耐荷力を算定(P参-14(2)解析モデルに記述)。

複合管の常時設計計算例（2）

- 耐荷力の評価は、複合管の終局耐荷力、ひび割れ耐荷力を算出し、以下の2つの条件を満足する複合管断面を設定（P参-17の“(3)耐荷力評価”に記述）。

①終局限界状態を指標とした検討

複合管が、設計荷重の2.5倍の荷重に対して終局限界状態に至らないこと。

$$\text{終局耐荷力} \geq \text{設計活荷重} \times 2.5 \quad (\text{P参-18に記述})$$

②使用限界状態に対する検討

設計荷重において複合管に新たなひび割れを発生しないこと。

$$\text{ひび割れ耐荷力} > \text{設計活荷重} \quad (\text{P参-18に記述})$$

複合管の常時設計計算例（3）

- 実際の常時計算例を、P参-17～20の“2. 構造計算例”として記載。
- 常時計算例の検討ケース。

対象管きよは、土被り1.0m、内径3000mmの鉄筋コンクリート管で、硫化水素によって内面のコンクリートが内側鉄筋まで腐食し、内側鉄筋の有効断面が1/2に減少しているケースで検討。

設計時の断面図をP参-17の“図-10 CASE1:設計時寸法”に示す。

既設管調査による既設管きよおよび更生部材の強度をP参-18の“表-3 入力材料物性値”に示す。

複合管の常時設計計算例（４）

➤ 常時計算例の設計荷重。

設計荷重として、管の自重、土被り圧および活荷重を考慮（P参-19の“図-11 既設管の荷重条件”を参照）。

土被り圧として、直土圧公式による鉛直土圧を考慮。

$$p_{v1} = \gamma \cdot H = 1.80 \cdot 1.0 = 1.80 \text{ tf} / \text{m}^2$$

活荷重として、「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会平成8年12月）に基づく自動車荷重（T-25）による鉛直土圧を考慮。

$$P_{vd} = \frac{2 \cdot P \cdot (1+i) \cdot \beta}{C \cdot (a + 2 \cdot H \cdot \tan \theta)} = \frac{2 \cdot 10.0 \cdot (1+0.3) \cdot 0.9}{2.75 \cdot (0.20 + 2 \cdot 1.0 \cdot \tan 45)} = 3.87 \text{ tf} / \text{m}^2$$

死荷重（管の自重と土被り圧）を作用させた状態で、活荷重を荷重増分法により作用させる。

複合管の常時設計計算例（5）

▶ 常時計算例の解析モデル。

解析に用いた有限要素モデルをP参-19の“図-12 有限要素モデル”に示す。

モデルは対照性を考慮して1/2モデル。また、底面には、設計支承角(120度)の範囲に固定(剛体基礎)を設定。

▶ 常時計算例の計算結果。

新たなひび割れが発生する荷重状態をひび割れ耐荷力、破壊に至るまでの最大荷重状態を終局耐荷力とし、

ひび割れ耐荷力 $>$ 設計活荷重

終局耐荷力 \geq 設計活荷重 $\times 2.5$

を満足することを確認。

既設管きよの安全性(設計時および劣化を考慮した現状)の照査でNGな為、更生を行った複合管の安全性を照査。

複合管の常時設計計算例（6）

- **複合管の常時設計計算例は、「管きよ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)平成20年9月(社)日本下水道協会」のP47【解説】で構造計算例として参照している「管更生の手引き(案)平成13年6月(社)日本下水道協会」のP参-14～20に存在。**
- **常時設計計算例では、「管きよ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」で示された限界状態設定法に基づき、使用限界状態(新たなひび割れの発生)の照査後、終局限界状態(破壊)の安全性を確認。**