

# 経年マンホールの強度診断方法の開発

非破壊検査による経年マンホールの強度診断

## Developing strength diagnostics methods for old manholes

Non-destructive inspection of old manholes strength

(工務部 技術開発G)

1960年代以前に構築された経年マンホールは無筋構造のものが多く、近年の車両の大型化などからコンクリートの強度不足が懸念されている。

そこで、本研究では無筋構造のマンホールのコンクリート圧縮強度を定期点検等に同調して非破壊試験にて調査し、これから、コンクリート引張強度を推定することによりマンホールの健全性を確認する手法を開発した。

(Engineering Section, Electrical Engineering Department)

Many manholes installed during the 1960s or earlier did not use reinforced concrete. These old manholes are now causing concerns of cement intensity shortage, as there are recent transportation trends towards larger-scale vehicles.

We developed methods to make sure structural integrity of manholes based on the estimated tensile strength of concrete calculated from the compression strength of concrete inspected by non-destructive methods in tandem with periodic inspections.

### 1 背景・目的

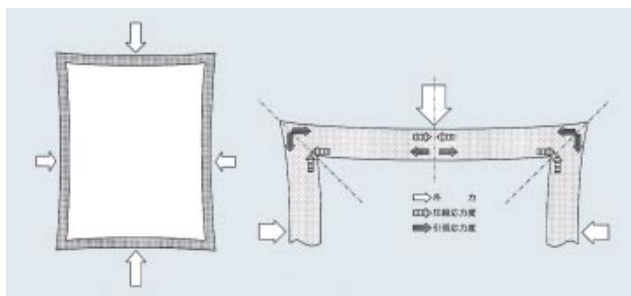
1960年代以前に構築されたマンホールには無筋構造のものが多く、現在のマンホール設計手法<sup>(1)</sup>とは適合していないことから、マンホールの強度診断を行うには新たな評価方法を検討する必要がある。

そこで、これら無筋構造のマンホール(以下無筋マンホール)の強度診断方法について、コンクリートの引張強度に着目し、定期点検等に同調して非破壊試験により調査したコンクリート圧縮強度から、コンクリート引張強度を推定することにより、マンホールの健全性を確認する手法を開発したのでここに報告する。

### 2 開発の概要

#### 2.1 無筋マンホール強度診断の考え方

現在のマンホール設計の考え方について、第1図に示す。マンホールに車両による荷重や土圧などの外力が加わった場合、上床版には曲げ応力が発生する。この曲げ応力によりコンクリートには圧縮応力度と引張応力度が発生する。このうち、圧縮応力度についてはコンクリートの圧縮強度が分担し、引張応力度については鉄筋の引張強度が分担するよう設計する。しかし無筋マンホールの場合、無筋構造であることから現在のマンホール設計には適合しない。そこで、コンクリ



第1図 マンホールに発生する応力

ートに圧縮応力度と引張応力度を負担させる設計方法を検討した。

この設計方法によると、コンクリートにはほぼ同じ大きさの圧縮応力度と引張応力度が生じる。コンクリート標準示方書<sup>(2)</sup>によれば、無筋コンクリートの許容引張応力度は許容圧縮応力度に対して小さい値をとることから、強度診断にあたってはコンクリートの引張強度について評価を行えばよいことが推測できる。但し、対象となる全ての無筋マンホールにおいてサンプルを採取してコンクリートの引張強度を求めることは現実的ではない。

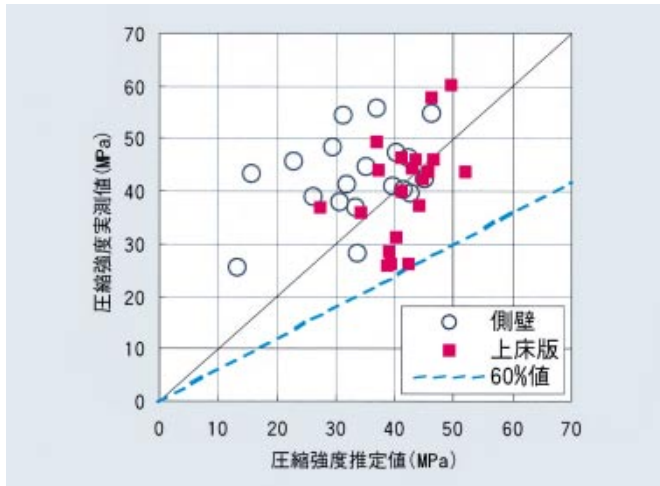
そこで、マンホール点検時などにおいてシュミットハンマーによる非破壊試験により求めたコンクリートの推定圧縮強度を用い、サンプル試験により求めたコンクリートの圧縮強度および引張強度の相関からコンクリートの引張強度を推定する手法を検討した。

#### 2.2 シュミットハンマーによる圧縮強度調査

20個の無筋マンホール(昭和13年~昭和42年建設)を抽出し、シュミットハンマーを使用してコンクリートの反発度を測定し、この値からコンクリートの圧縮強度を推定した(圧縮強度推定値とする)。併せて、各マンホールからサンプルを採取してJIS A 1108:1999



第2図 シュミットハンマー測定風景



第3図 圧縮強度推定値と圧縮強度実測値との相関関係

「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて圧縮強度を測定した(圧縮強度実測値とする)圧縮強度推定値と、圧縮強度実測値との比較を第3図に示す。第3図には(圧縮強度実測値)=(圧縮強度推定値)となる値を実線にて示した。

この結果、圧縮強度推定値と圧縮強度実測値の間には若干のばらつきがみられた。そこで、これらについて圧縮強度実測値の圧縮強度推定値に対する比が正規分布しているとした場合、同図において母集団である無筋マンホール全数の95%を含む下限値を図示すると第2図の点線のとおりとなり、これは実線に対して60%を乗じた値を示す。したがって、シュミットハンマーで求めた圧縮強度推定値に対し60%を乗じた値については、無筋マンホール全体の95%においてこれ以上のコンクリート圧縮強度を有するとみなすことができる。

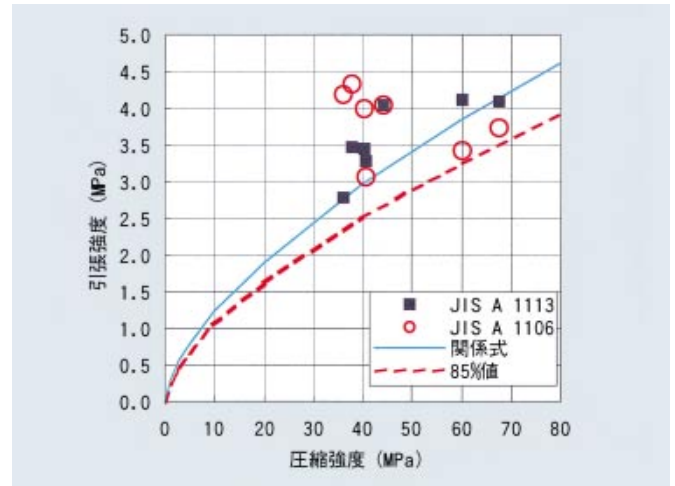
### 2.3 コンクリートの圧縮強度と引張強度の相関

無筋マンホールコンクリートの圧縮強度と引張強度についてサンプルを用いて評価を行い、その相関を求めた。圧縮強度試験は2.2項と同様にJIS A 1108:<sup>1999</sup>「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて行い、引張強度試験はJIS A 1113:<sup>1999</sup>「コンクリートの割裂引張強度試験方法」に準じて実施した。また、マンホールの上床版に加わる外力の形態がJIS A 1106:<sup>1999</sup>「コンクリートの曲げ強度試験方法」に近いことから、併せて実施した。その結果を第4図に示す。

これは各圧縮強度に対する引張強度の関係を示したものであり、同図には、野口・友澤<sup>3)</sup>による圧縮強度と割裂引張強度との相関関係式を示した。これを次式に示す。

$$f_t = a \times 0.291 \times \frac{0.637}{B}$$

$f_t$  : 割裂引張強度(MPa)  
 $B$  : 圧縮強度(MPa)  
 $a$  : 粗骨材による係数



第4図 圧縮強度と引張強度との相関関係

これらの結果より、コンクリートの圧縮強度と引張強度との相関関係は野口・友澤の式とほぼ一致していることがいえる。但し、データのばらつきを考慮するため、2.2項と同様の統計処理を行った。この結果、95%の範囲を含む下限値を図示すると第4図に示す点線のとおりとなり、これは実線に対して85%を乗じた値を示す。無筋マンホール全体の95%においてこの値以上のコンクリートの引張強度を有するとみなすことができる。

### 2.4 無筋マンホール強度診断方法

無筋マンホールの強度診断方法を以下に示す。

コンクリートに圧縮応力度と引張応力度を負担させる設計方法により、マンホール各部のコンクリートに発生する引張応力度を計算する。

シュミットハンマーを用いて無筋マンホールの圧縮強度推定値を求め、第2図および第3図の関係からコンクリートの引張強度推定値を求める。

無筋マンホールの推定引張強度に対しにて得た発生引張応力の比(安全率)を求める

上記手順 ~ により求めた安全率を無筋マンホールの強度診断指標とする。

## 3 効果

無筋マンホールの強度診断方法を確立することにより、その健全性を確認することが可能となった。また、無筋マンホールの健全性を安全率で数値化することにより、その改修、補強等の要否判定および順位付けが可能となる。

#### 参考文献

- (1) 例えば「道路土工カルパート工指針」(社)日本道路協会、1999年3月
- (2) 「コンクリート標準示方書」土木学会、平成8年
- (3) 野口貴文、友澤史紀、「高強度コンクリートの圧縮強度と各種力学特性との関係」日本建築学会構造系論文集 第472号、11-16、1995年6月

執筆者/川邊 史  
Kawabe.Tsukasa@chuden.co.jp