

免震構造物における乾燥収縮の実測と耐震性能に与える影響について
その3 基礎梁変形量の実測と計算値の比較

正会員 ○西 正晃*¹ 正会員 島崎和司*²
同 松浦恒久*¹

免震構造 乾燥収縮 長期計測

1. はじめに

近年、平面的に大規模な免震構造物が多数建設されているが、免震装置の施工時の挙動を報告した例は少ない。免震構造物は一般の建物に比べて部材の拘束度が小さいため、コンクリートの乾燥収縮により基礎梁に変形が生じ、これに伴い免震装置にも変形が発生する。既報その1¹⁾では約240日に亘る基礎梁の収縮変形及び免震装置の変形量の測定結果と解析値との比較検討結果を、その2では計測された免震装置の変形が建物の耐震性に及ぼす影響の検討結果を報告した。

本報告では、その後の計測を含めて約2年半に及ぶ基礎梁の軸方向変形量の計測結果と種々の乾燥収縮予測式による計算値との比較検討結果について報告する。

2. 計測概要

計測対象建物の平面図と計測対象の基礎梁の位置を図1に示す。本建物は地下1階で130基の免震装置(鉛入り積層ゴム。以下、LRBと称す。)によって支えられている。計測対象の基礎梁を含む1工区の基礎梁コンクリートは、2000年7月14日に打設した。

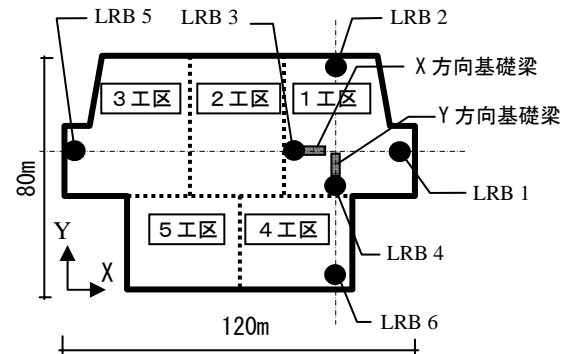
計測の概要を図2に示す。基礎梁の変形量は、ワイヤーと変位計を用いて測定した。

3. 計測結果と乾燥収縮予測式による計算値

図3に気温と湿度の経時変化を示す。基礎梁内の温度は気温と同様の変化を示し、100日間で10℃の割合で上昇と下降を1年周期で繰り返している。湿度も季節により変動があり、計測期間平均の湿度は約70%と高湿な状態である。

図4にX方向、Y方向の基礎梁の変形量を示す。図中には下記の乾燥収縮ひずみ予測式による変形量を合わせて示した。計算に当たっては共通な条件として、相対湿度70%、基礎梁断面1800mm×500mm、乾燥開始材令7日とし、計測開始材令に合わせて材令10日以降の乾燥収縮ひずみを計算することとした。以下、各予測式に固有の計算条件を示す。

- ・ 建築学会プレレストコンクリート設計施工規準・同解説²⁾ - 以下、「PC規準」と称す
- ・ 寸法効果を表す定数 a=1、乾湿の状態効果を表す定数 b₁、b₂は基礎梁周囲の湿度を考慮して b₁=b₂=0.5 とした。
- ・ 今本・山本の予測式³⁾ - 「今本・山本」と称す



● : 免震装置の変位計測
■ : 基礎梁の変位・ひずみ計測
図1 計測位置

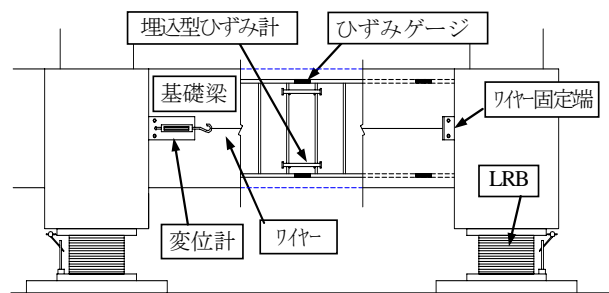


図2 計測の概要

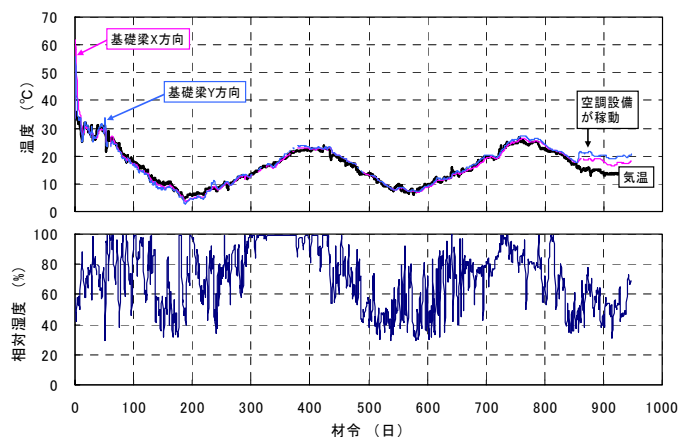


図3 温度・湿度の計測結果

- ・ 標準養生28日圧縮強度 f₂₈=40MPa とした。
- ・ 土木学会コンクリート標準示方書⁴⁾ - 「JSCE」と称す
- ・ 単位水量 W=170kg/m³ とし、有効材令は基礎梁温度の計測値を元に計算した。

・ACI Committee 209²⁾ – 「ACI 209」と称す

標準モデルの乾燥収縮ひずみの計算式に対し、相対湿度の影響の補正、体積と表面積の比による部材寸法の影響の補正、スランプ値（18cm）の影響の補正を行った。

基礎梁の変形量は各予測式で得られた乾燥収縮ひずみに部材長（X方向 5397mm、Y方向 7358mm）を乗じて求めた。

図4のX方向及びY方向の基礎梁変形量の実測値は、1～1.3mm程度の幅で季節変動を示し、最大変形量はそれぞれ-2.06mm、-2.38mmである。基礎梁の変形量においては年間の変動量が大きな割合を占めることがわかる。

予測式による変形量について、X方向では、PC規準と今本・山本の予測式の計算結果はほぼ同じ値となり、初期の3ヶ月程度と気温が高い時期における実測値とよく対応している。ACI209、JSCEは材令初期において実測値よりも大きな値となっており、それ以降、ACI209は実測値の年間を通しての平均的な値を示し、JSCEは冬季の最も収縮変形が大きな時期の実測値よりも大きな値となっている。Y方向では、ACI209が最大値に近い値となっていることのほかはX方向とほぼ同様の傾向である。

図5には、X方向及びY方向の基礎梁について、各予測式による変形量に、梁の温度変化による変形を加えた変形量を示す。温度変化による変形量は、基礎梁のコンクリート打設時に作製した試験体により求めた熱線膨張係数 $\gamma = 6.93 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と梁の温度変化の実測値により計算した。

乾燥収縮ひずみの収束段階において、X方向の基礎梁では、PC規準及び今本・山本の予測式はほぼ実測値と対応しているが、ACI209は実測値の約1.2～1.4倍、JSCEは約1.8～2.4倍の計算結果となっている。Y方向では、PC規準及び今本・山本の予測式は実測値の約1.1～1.4倍、ACI209は実測値の約1.3～1.8倍、JSCEは約2～3倍の計算結果となっている。図から変形量の季節変動は温度変化により説明できることがわかる。また、予測式による変形量は、実測値と同等か大きめの値であった。

4. まとめ

免震建物の基礎梁の軸方向変形量を長期間に亘り計測した。計測結果と計算値の比較により、基礎梁の変形はコンクリートの乾燥収縮と温度変化によって説明できることがわかった。また、各種の乾燥収縮ひずみ予測式による変形量は、本建物における計測結果に対して同等か大きめの値を示した。

謝辞

本計測の実施等について御配慮頂きました株式会社

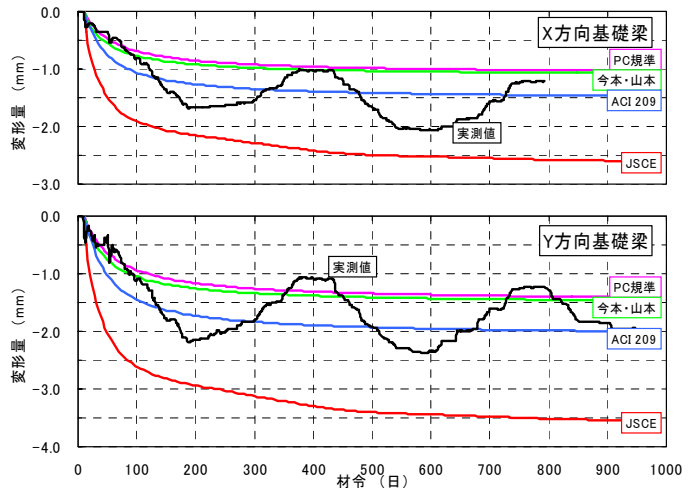


図4 基礎梁の変形量

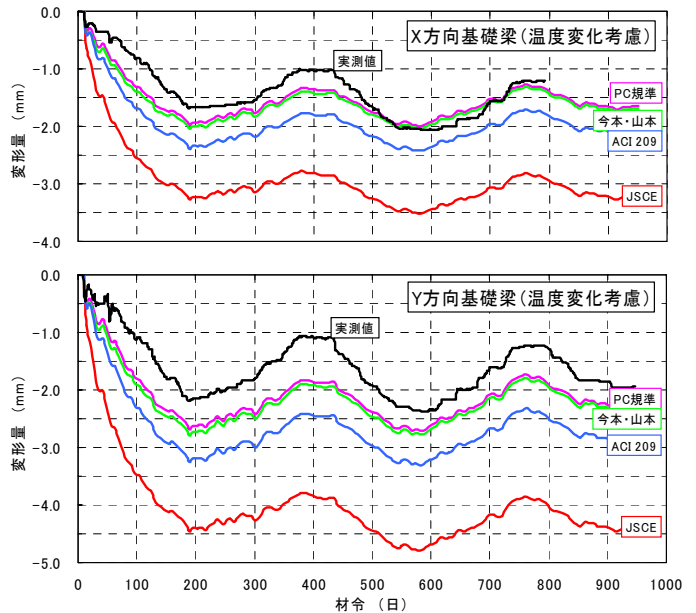


図5 基礎梁の変形量（温度変化考慮）

伊藤喜三郎建築研究所の酒井、若本両氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 仲地 他, 「免震構造物における乾燥収縮の実測と耐震性能に与える影響について その1 乾燥収縮の実測と計算値の比較」, 建築学会大会梗概集, 2001.9
- 2) 日本建築学会, 「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」, 1998
- 3) 今本啓一・山本俊彦, 「鉄筋コンクリート部材のクリープ乾燥収縮特性 (その1: コンクリートのクリープ・乾燥収縮予測式)」, 日本建築学会東海支部研究報告集 pp.105-108, 2001.2
- 4) 土木学会, 「2002年制定 コンクリート標準示方書[構造的機能照査編]」, 2002

*1 ハザマ技術研究所

*2 神奈川大学工学部建築学科 助教授 博士 (工学)

*1 Technical Research Institute, HAZAMA Corp.

*2 Associate Prof., Kanagawa Univ., Dr. Eng.