

# 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

正会員 仲地唯治<sup>\*1</sup> 正会員 酒井和三<sup>\*2</sup>  
 同 若本武三<sup>\*2</sup> 同 松浦恒久<sup>\*3</sup>  
 岩上寛次<sup>\*4</sup> 同 島崎和司<sup>\*5</sup>

免震構造、乾燥収縮、実測、耐震設計

### 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ほとんどない<sup>1)</sup>。免震構造物では一般の建物に比べて、部材の拘束度が小さいため乾燥収縮により基礎梁に収縮変形が生じ、それに伴い免震装置にも変形が発生する。

対象とした建物は 80m × 120m の平面形状を持ち、B1F 地上 8F のやや複雑な形状をした平面面積の大きい建物である。

その 1 においては、基礎梁の乾燥収縮による免震装置の変形量を計測し、解析結果と計測結果との比較・検討を行なう。

その 2 では計測された免震装置の水平変形が建物の耐震性にどのような影響を及ぼすか、静的・動的解析により検討する。

### 2. 建物概要と計測方法

平面図を図 1 に示す。本建物は地下 1F で 130 基の鉛入り免震装置（以下、LRB）によって支えられている。コンクリートの打設は、図に示した工区分けによって順次行われた。

計測の概要を図 2 に示す。基礎梁の変形量は、変位計と光ファイバーを用いた光学変位計<sup>2)</sup>を梁側面に取付けて行った。コンクリートの乾燥収縮ひずみは埋込型ひずみ計を、鉄筋ひずみは溶接型ひずみゲージを用いて

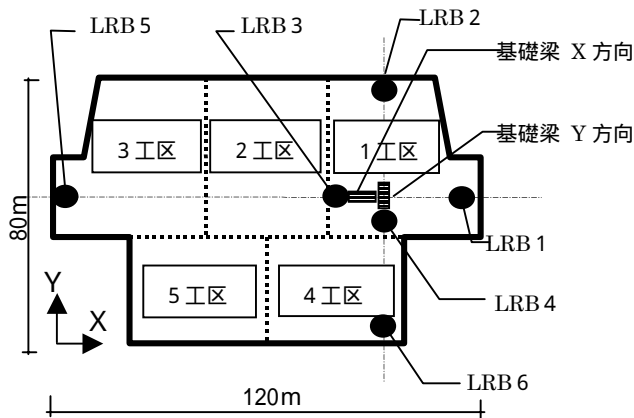
行った。埋込型ひずみ計、鉄筋のひずみゲージは、曲げによるひずみ成分を取り除き、材軸方向のひずみ成分のみを取り出すために上下 2 箇所取り付けした。

LRB の変形量は、ベースプレートを基準として変位計およびダイヤルゲージを用いて X、Y の 2 方向を計測した。コンクリート温度、気温は熱電対で、湿度は湿度計により計測した。

### 3. 計測結果

図 3 に計測された温湿度の変化を示す。コンクリートの内部温度である梁内温度は、初期の反応熱の時期を除いて、気温と同じに変動し、50 日程度まで 30℃ であり、以降 50 日で 10℃ 低下している。湿度は、免震層が地下で、躯体工事中は排水が完全に行なわれないこともあり、80% 程度の高湿となっている。

計測データの代表例として図 4 に基礎梁の変形量を、図 5 にコンクリート打設前の状態を基準とした LRB1、3 の X 方向の水平変位を示す。各図中には、普通寸法で戸外構造物と見なし、クリープ係数、乾燥収縮ひずみ



■: 基礎梁の変位・ひずみ計測

|      |              |      |               |
|------|--------------|------|---------------|
| 1 工区 | 0 日 (7/14)   | 2 工区 | 18 日 (8/1)    |
| 3 工区 | 41 日 (8/24)  | 4 工区 | 105 日 (10/26) |
| 5 工区 | 118 日 (11/8) |      |               |

図 1 計測位置と各工区のコンクリート打設日(1 工区基準)

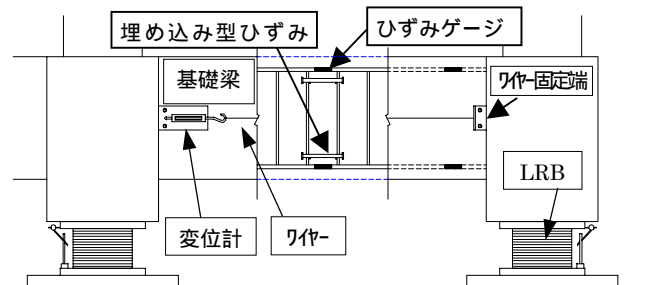


図 2 計測の概要

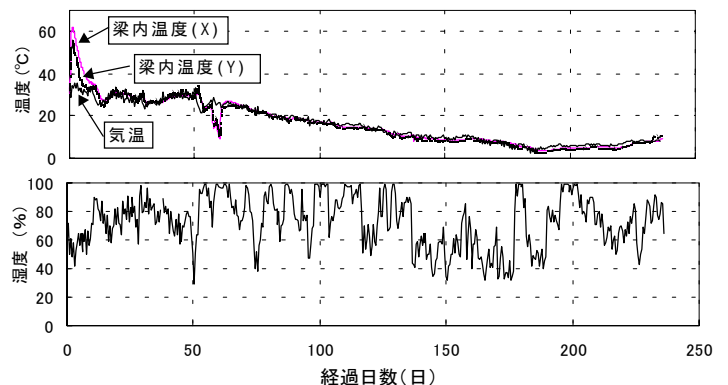


図 3 温湿度の計測結果

Measurements of dry shrinkage and its effect to seismic ability for a base isolated building  
 Part 1 Comparison with measured dry shrinkage values and calculated values

NAKACHI Tadaharu, SAKAI Kazumi, WAKAMOTO Takezou, MATSUURA Tunekisa, IWAGAMI Kanji, SHIMAZAKI Kazushi

最終値  $S_n$  を式(1),(2)で与えた式(3)<sup>3)</sup>と、実測した熱線膨張係数を用いて温度変化  $t$  による影響を式(3)に加味した式(4)を示した。

$$\phi_t = \frac{ab_1t}{1.5+0.25t} \quad (t \text{ は週}) \quad (1)$$

$$S_n = 5 \times 10^{-4} ab_2 \quad (2)$$

$a=1, b_1=b_2=0.5$  (現場の湿度を考慮)

$$S_{t-t_1} = S_n \left( \frac{t-t_1}{t} \right)^n \quad (3)$$

$$S_{t-t_1} = S_n \left( \frac{t-t_1}{t} \right)^n + \phi_t \quad (4)$$

変形量はそれぞれ得られた乾燥収縮ひずみに部材長を掛けて求めた。なお、LRBの変形量の計算において、ひずみに掛ける部材長は、LRB 1, 3 が均等に变形すると仮定した1工区の1/2の長さ、一方のLRBに变形が集中すると仮定した1工区の全長の2つを用いた。

基礎梁の変形量は乾燥収縮と温度変化を考慮することで実測値を予測できており、基礎梁の变形は乾燥収縮と温度変化によるものと言える。計算値から推測すると、基礎梁の変形量に占める温度変化の影響は5割程度となっており、気温の低下とも变形量が増加し、気温の上昇にとも基礎梁の变形量は減少している。

LRB 1の变形は計算値との比較よりLRB 1-3間の变形がLRB 1に集中した形となっている。LRB 3の变形は他工区の影響を受け、材令約40日で变形方向が1工区中心方向から2工区方向へ变形方向が変化しており、水平変位は単純な算定では求まらない。

基礎梁の变形は乾燥収縮と温度変化によるものであり、LRBの水平変形についても施工状況の影響を受けるが、この2つの要因によるものと考えられる。

4.乾燥収縮の逐次計算 建物の免震層上部の基礎梁を平面に置換し、解析プログラム<sup>4)</sup>を使ってLRBの水平変位を算定する。クリープ係数と乾燥収縮ひずみ最終値は式(1),(2)を用いて、工区分けと工事工程は実状にあわせた。また、LRBの拘束による応力は影響が小さいので無視した。

結果を計測値と比較して図6に示す。計測値と解析値がおおむね適合している。LRBの水平変位は、乾燥収縮、温度変化および実際の施工状況を考慮した逐次列計算により予測が可能である。

### 5.まとめ

免震建物の免震装置の変形量を計測した。計測結果と計算値との比較により、免震装置の水平変形は基礎梁コンクリートの乾燥収縮と温度変化によるものと考えられる。また、逐次計算により、免震装置の変形量の予測が可能である。

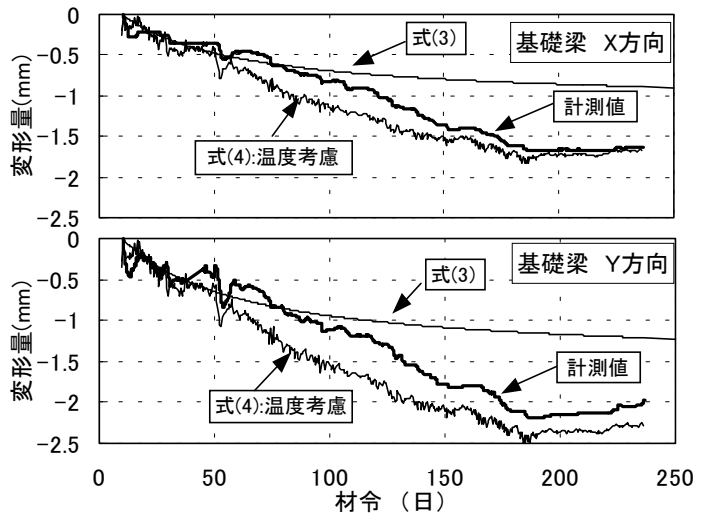


図4 梁の変形量

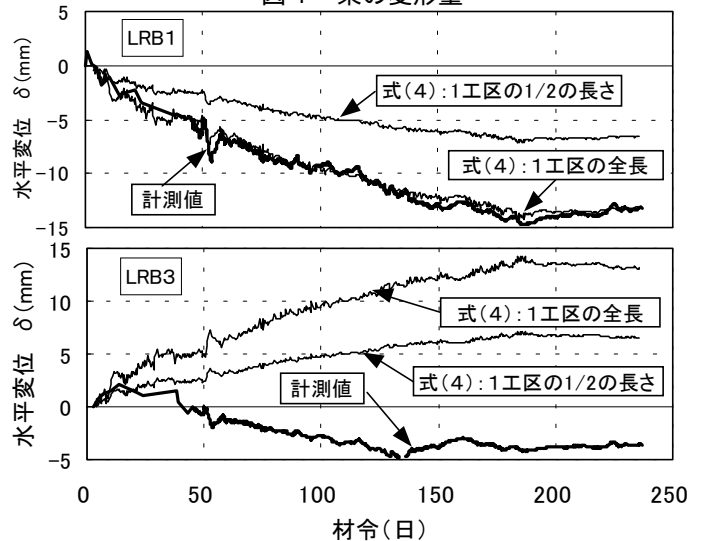


図5 免震装置の水平変位

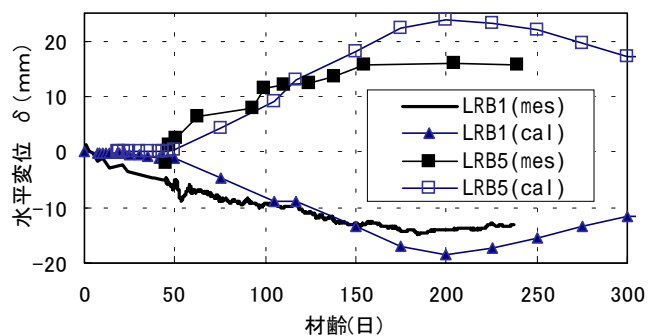


図6 計測値と解析値の比較

### 参考文献

- 1)能森雅己、「長大な免震建物の自己歪を拘束する免震装置の変形性状に関するクープ解析」、建築学会大会梗概集、2000.9
- 2)田中他、「光学ストランドによる構造物のモニタリングシステムに関する基礎的検討」、建築学会大会梗概集、2000.9
- 3)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
- 4)Young-jin Kang, "spcframe-computer program for nonlinear segmental analysis of planar prestressed concrete frames", UCB/SEMM-89/07

\* 1 ハザマ 生産技術部  
 \* 2 (株)伊藤喜三郎建築研究所  
 \* 3 ハザマ 技術研究所  
 \* 4 ハザマ 東京支店  
 \* 5 神奈川大学工学部建築学科 助教授 工博(工学)

Production Engineering Department, HAZAMA Corp.  
 K.Ito Architects & Engineers Inc.  
 Technical Research Institute, HAZAMA Corp.  
 Tokyo Branch Office, HAZAMA Corp.  
 Associate Prof., Kanagawa Univ., Dr. Eng.