大振幅オイルダンパーシステムの の実大加力試験

LOADING TEST FOR FULL-SCALE PROTOTYPE OF LARGE-AMPLITUDE OIL DAMPER SYSTEM

杉本浩一 — * 1 小槻祥江 — * 1
半澤徹也 — * 1 磯田和彦 — * 2

Koichi SUGIMOTO — * 1 Sachie KOTSUKI — * 1
Tetsuya HANZAWA — * 1 Kazuhiko ISODA — * 2

キーワード：
オイルダンパー, 加力試験, 大振幅, 地震時挙動, 免震

Keywords:
Oil damper, Loading test, Large-amplitude, Seismic behavior, Seismic isolation system

A large-amplitude oil damper system with twice the stroke and velocity of a normal oil damper has been developed. The damper system consists normal oil dampers connected in series. In order to make the displacement of dampers in the system same, “displacement adjustment mechanism” is connected in parallel. The mechanism consists of right-hand threads and left-hand threads with same pitch. We made a full-scale prototype of the system and conducted loading tests. As a result, it is confirmed that the displacements of each damper are same, and the stroke and velocity are twice that of a normal oil damper.

1. はじめに

発生が予測されている南海トラフ地震などの巨大地震は、長周期成分が卓越し継続時間の長い地震動を発生させ、超高層建物等の長周期構造物の応答を増大させる危険性が指摘されている^{1),2)}。これらの地震動によって、免震建物の応答変位や応答速度は増大する傾向にあり、免震建物に対し擁壁衝突時の衝撃緩衝装置やフェールセーフ、免震層変位の抑制などの対策案が検討されている^{例えは3),4)}。免震層の応答変位を小さくするためには、ダンパー量を増やすことが効果的であるが、熊本地震の西原村で観測された地震動に対しては、一般的なクリアランス内に免震層変位を収めることは困難であり、さらに免震層の応答速度が150cm/sを超える可能性も示唆されている。1mを超える変形や150cm/sを超える速度は、既製のオイルダンパーの適用限界を超過し、既製のオイルダンパーでは対応することができない。免震用オイルダンパーの許容最大速度を、より高速領域まで対応可能とする研究はこれまでも行われている。最近では中山ら⁵⁾が、原子力建屋用として、変位により減衰力を可変にして250cm/sまで対応可能なオイルダンパーの開発を行っている。また藤田ら⁶⁾は、既製のオイルダンパーと同程度の形状のまま、許容最大速度を270cm/sまでとする免震用オイルダンパーの開発を行っている。これらのダンパーは新規の開発品であるため、免震建物への適用にあたっては免震材料の認定を新たに取得する必要がある。また、許容最大速度は大きい、ストロークに関しては既製品と同等である。

そこで著者らは、既製の免震用オイルダンパーを用いて簡易な機構によりストロークと許容最大速度を既製品オイルダンパーの2倍に拡大する大振幅オイルダンパーシステムを開発した。本論文では、2章で開発した大振幅オイルダンパーシステムの概要について述べ、3章では当該ダンパーシステムの成立性確認のために実施した実大試験体を用いた水平1方向の大振幅、かつ高速度の動的加力試験について報告する。4章では当該ダンパーシステムが地震時の免震層の

水平2方向挙動に追従できることを確認するために実施した、水平2方向の動的加力試験について報告する。

2. 大振幅オイルダンパーシステムの概要

図1に示すように、既製の免震用オイルダンパーを直列に接続すれば、ストロークを2倍に拡大できる。しかし既製のオイルダンパーは、製造時における性能のばらつき(公差±15%)が存在するため、単純に直列接続しただけでは両オイルダンパーの変位に差が生じてしまい、地震による繰返しによってこれが累積し、2倍のストロークが生じる前に片方のオイルダンパーがストロークエンドに達して損傷する恐れがある。そこで、直列した両オイルダンパーの各変位を等値とする変位調整機構(図2)を考案した。変位調整機構は、リード(ねじ山のピッチ)が同じ右ねじと左ねじのボールねじを組み合わせた機構である。ボールねじは回転拘束されて軸方向移動のみを自在とし、ねじが軸方向に変位すると各ボールねじに接合されたボールナットが回転する。さらに、各ボールナットの間をパイプにより連結することで、双方のボールナットの回転量が等しくなり、各ボールナットに対するボールねじの変位も一致する。図3に示すように、この変位調整機構と直列したオイルダンパーを並列に配置し、両端と中央部を相互に接続することにより、両オイルダンパーの変位を揃えることが可能となり、大振幅、高速度に対応可能なオイルダンパーシステムを実現することができる。変位調整機構のねじ部には、両オイルダンパーの性能差(減衰力の差分)が軸力として生じる。ただし、図3の構成のままではシステムの全体長さがオイルダンパー単体長さの2倍と長大化する。建設現場での施工効率や運送等を考慮すると、全長はできるだけ短くしたい。そこで、オイルダンパーのシリンダー部を軸方向に並べて配置することでシステム全体長さを短くする。なお、シリンダー部を軸方向に並べて配置することで、オイルダンパーの軸心のずれによる、偶力モーメントが生じることとなる。

^{*1} 清水建設株式会社
(〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)
^{*2} 元清水建設株式会社

^{*1} Institute of Technology, Shimizu Corporation
^{*2} Former Institute of Technology, Shimizu Corporation

3. 実大試験体の水平1方向動的試験

2章に示す大振幅オイルダンパーシステムの成立性確認と性能検証のため、水平1方向の大振幅・高速度の動的加力試験を実施した。成立性としては、変位調整機構により直列に接続したオイルダンパー（以降、ダンパー）の変位が揃うこと、またシステムとして組み合わせても、各ダンパー性能が単体での加力時と変化がないことを確認した。性能検証としては、大振幅オイルダンパーシステムが大振幅・高速度の加力時に想定する性能を発揮することを確認した。

3.1 水平1方向試験体

2章で示した変位調整機構を用いた、大振幅オイルダンパーシステムの成立性を確認するため、水平1方向のみに可動する実大試験体を製作した。図4の(a)、(b)に製作した大振幅オイルダンパーシステムの1方向試験体を示す。ダンパーのシリンダー部を軸方向に並べて配置すると、軸心のずれによる偶力が生じるが、直列する2本のダンパーを2対並列に接続する（ダンパー①、②及びダンパー③、④）ことで、生じる偶力を打ち消す構成とした（図4(a)）。全ダンパーの片端は鉄骨架台に接続させ、もう一方の端部は建物、もしくは固定端に接続させる。鉄骨架台の下にはリニアガイドを設置し、水平1方向のみ可動する試験体とした。また鉄骨架台中央は、ボールねじの軸方向変位により回転する連結パイプと軸受を介して接続される。これにより、各ボールねじがD変位すると、各ダンパーもD変位し、大振幅オイルダンパーシステムとしては2Dの変位が生じる（図4(b)）。一方で、鉄骨架台の変位量はボールねじ1本分の変位Dとなる。写真1に1方向試験体を示す。ダンパー単体のストロークは $\pm 600\text{mm}$ 、最大荷重は 1000kN 、許容最大速度は 150cm/s 、減衰性能は、1次減衰係数： 2500kNs/m 、2次減衰係数： 169.5kNs/m のバイリニアである。ダンパー単体の取付長は 3340mm であるが、大振幅オイルダンパーシステムの全長は 4500mm であり、シリンダー部を並べて配置することでダンパー2本を単純に直列するよりも大幅に短くなっている。図5に製作した試験体の減衰性能を示す。ダンパーを直列接続するとストロークと最大速度が2倍となるが、減衰力は $1/2$ となる。しかし、本大振幅オイルダンパーシステムは同じ直列ダンパーユニットをもう1対並列するため、全体の減衰力はダンパー2本を並列接続するのと同じになる。よって本試験体の許容最大速度は 300cm/s 、ストロークは $\pm 1200\text{mm}$ 、最大荷重は 2000kN となる。

動的加力試験に先立ち、1方向試験体の鉄骨架台下部に使用しているリニアガイドの摩擦力、摩擦係数を把握するための引張試験を実施した。引張試験では、ダンパーは設置せずに鉄骨架台と変位調整機構のみの状態で鉄骨架台にワイヤーを接続し、チェーンブロックを用いて準静的に引張り、その時の引張荷重をばね秤を用いて計測した。鉄骨架台の重量は約 2000kg 、変位調整機構の重量は約 800kg の合計約 2800kg である。引張荷重は 150N であったため、リニアガイドの摩擦係数は約 0.005 であった。このリニアガイドの摩擦荷重はダンパー荷重と比較して充分小さいため、本検討では無視した。

図1 直列するオイルダンパー

図2 変位調整機構

ねじ負担荷重：ダンパーの減衰力の差分荷重

図3 変位調整機構を並列接続

(a) 平面図

(b) 断面図

図4 大振幅オイルダンパーシステムの1方向試験体

写真1 実大1方向試験体

図5 1方向試験体性能

3.2 水平1方向大振幅・高速度試験

3.2.1 試験機概要

図6に、1方向試験体の加力試験を実施した試験機とその仕様を示す。試験機は図5に示す性能を有しているため、性能検証を行うためには、加力振幅±1200mm程度、加力速度100cm/s以上、および負担荷重2000kN以上の試験機スペックが必要となる。そこで台湾のNCREE（National Center for Research on Earthquake Engineering）にある2軸（水平1軸と鉛直）試験機「BATS」を使用して水平1方向動的加力試験を実施した。図7に1方向試験体設置図を示す。試験機は、上部の反力フレームと水平1方向に可動する振動台によって構成される。加力試験は、振動台と反力フレームに各々治具を設置して1方向試験体の両端を接続し、振動台を動かすことで加力を行った。図4(b)で述べたように、振動台が2D変位した場合、各ダンパーと鉄骨架台の変位はその1/2のDとなる。

3.2.2 計測

図8に試験体に設置した計測器の配置を示す。各ダンパーの変位と荷重を測定するために、ダンパーのピストンロッド部にひずみゲージを貼り付け、シリンダー部にはダンパー変位を計測するレーザー変位計を設置した。なお、ピストンロッド部に貼り付けたひずみゲージによりダンパーの変位が制限されるため、800mmを超える加力振幅の場合はひずみゲージを外して加力を行った。また、変位調整機構には、直列するダンパーの性能差から生じる減衰力の差が軸力として生じる。右ねじと左ねじの荷重をそれぞれ計測するため、ねじの両端部にロードセルを設置した。1方向試験体全体の変位と荷重は、振動台に既設されている変位計と荷重計を用いて計測した。

3.2.3 加力波

図9に試験機の限界加力速度と本試験の加力範囲を示す。入力波は正弦波とし、周期3秒～20秒、振幅は最大±1150mm、速度は最大±115cm/sとし、加力周期に応じて振幅を調整して実施した。また、正弦波の振幅は最大振幅となる部分を3波分（定常部）とし、始めと終わりをそれぞれ3波ずつ漸増、漸減となるように作成した。

図6 水平1方向加力試験を実施した試験機 BATS（台湾 NCREE）

＜試験機仕様＞
振幅：±1,200mm
速度：±150cm/s
荷重：±4,000kN

図7 1方向試験体設置図

図8 計測器設置位置

図9 加力範囲（ピンク着色部）

3.3 試験結果

図10に、ダンパー①の単体加力試験結果（5秒_加力振幅160mm）と大振幅オイルダンパーシステムの加力結果（5秒_加力振幅320mm）におけるダンパー①の荷重-変位関係を重ねて示す。なお、単体加力試験は、出荷試験と同条件で製造工場にて実施した。図10より、システムとして加力した場合においても、ダンパー①は単体で加力した結果とほぼ同様の履歴ループが得られ、図10中に示す荷重-変位関係のループ面積から算出される減衰係数も概ね一致している。使用した4本のダンパーはどれも単体加力試験結果と、システムとして加力した結果が概ね一致した。図11(a)、(b)に、全加力試験におけるダンパー①とダンパー②の最大荷重と最大速度の関係と、ダンパー①とダンパー②を単体で加力した際の最大荷重と最大速度の関係も併せて示す。図11(a)、(b)より、システム全体として加力した際のダンパー単体の速度-荷重関係と、ダンパー単体を加力した際の速度-荷重関係に差異がなく、大振幅オイルダンパーシステムには性能のロスがないことが分かる。次に、図12(a)に振幅600mmで加力したケースの各ダンパーの変位時刻歴波形を示す。図12(a)より、4つのダンパー変位がほぼ一致していることが分かる。図12(b)には変位調整機構の右ねじと左ねじの荷重差（図中オレンジ線）と、並列するダンパーの荷重和（①+④と②+③）の差（図中グレー線）を重ね描いている。大振幅オイルダンパーシステムは、鉄骨架台を介して、図8の左側の【ダンパー①、ダンパー④、左ねじ】と【ダンパー②、ダンパー③、右ねじ】が直列に接続されることから、以下の荷重の式(1)、式(2)が成り立つ。ここで、慣性力は十分小さいことから無視した。

$$S1 + S4 + L1 = S2 + S3 + L2 \quad (1)$$

$$(S1+S4) - (S2+S3) = L2 - L1 \quad (2)$$

図12(b)よりダンパーの差分とねじの差分がほぼ一致し、式(2)が成立することがわかり、大振幅オイルダンパーシステムの荷重の流れが想定通りであることが確認できる。図13には、振幅1150mm、速

度 100cm/s の加力で得られた大振幅オイルダンパーシステムの荷重-変位関係を示す。図 13 より、大振幅オイルダンパーシステムの変位が、既製のオイルダンパーの限界変位である 1000mm を超えた変位を記録していることが分かる。図 14 には変位調整機構を外した状態で、定常波 10 波の正弦波加力した場合の全ダンパーの変位波形を示す。図 14 より、変位調整機構がないと徐々にダンパーの変位にドリフトが増大していくことから、変位調整機構が各ダンパーの変位を揃えるのに不可欠であることが分かる。

図 10 単体加力試験との比較 (5 秒_加力振幅 320mm)

図 11 全加力の最大荷重と最大速度の関係

(a) 全ダンパーの変位波形

(b) 変位調整機構の荷重
図 12 時刻歴波形 (5 秒_加力振幅 600mm)

図 13 全体の荷重-変位関係 (加力振幅 1150mm)

図 14 変位調整機構なしの全ダンパー変位波形

4. 実大試験体の水平 2 方向動的試験

4.1 水平 2 方向試験体

3 章では、ダンパー軸方向のみに変形する 1 方向試験体による加力試験について示したが、地震時の免震建物の挙動に対応するためには水平 2 方向 (X 方向 Y 方向) に稼働する必要がある。水平 2 方向に対応させるため、図 8 に示す 1 方向試験体の鉄骨架台下に、クロスリニアベアリングのような 2 方向に対応可能な支持材を設置してダンパー直交方向に変位させた場合、ダンパー間の距離(例えばダンパー①とダンパー②の距離)が縮まり、鉄骨架台とダンパーが衝突してしまう。あるいは、鉄骨架台下に転がり支承を設置し、架台自体も建物の変位に対応して回転する機構とした場合、ダンパー①とダンパー④の変形量が揃わず、ダンパー性能に差が生じてしまう。すなわち、大振幅オイルダンパーシステムに設置されるダンパー群は、水平 2 方向変位時に剛体的な挙動をする必要がある。

上記に示す課題に対処した上で水平 2 方向の稼働を可能にするため図 15~図 18 に示す構成を考案した。ダンパーは横 1 列に配置するのではなく、上下 2 本、左右 2 本と配置し、中央に変位調整機構を通す。鉄骨架台は、鉄骨架台 1 と鉄骨架台 2 に分かれ、左右 2 本 (①と②) のダンパーが接続される鉄骨架台 1 の左端には、全体荷重(2000kN)に対応可能なクレビスを設置する。上下 2 本のダンパーと右ねじは先端のクレビスの穴位置が一致するように設置することで、両端のクレビス間 (図 15 の破線部) は剛体的に挙動する。ダンパー③とダンパー④はシリンダー部を鉄骨架台 2 に拘束することで、3 ピン構造となるのを回避している。また鉄骨架台 1 と鉄骨架台 2 は、図 17 に示すようにリニアガイドで軸方向に変位自在に接続される。2 章で示したが、ダンパーには最大で $\pm 15\%$ の減衰力の公差があり、それから発生するモーメントをリニアガイドにより処理している。鉄骨架台は、転がり支承によって自重を支持する。2 方向試験体の性能は、図 5 に示す数値と同じである。水平 2 方向対応とすることでダンパーの全長は 5720mm となる。

図 15 2 方向試験体平面図

図 16 2 方向試験体 A-A' 断面図

図 17 2 方向試験体 B-B' 断面図

図 18 2 方向試験体アイソメ図

4.2 水平 2 方向動的加力試験

前節に示す機構によって、大振幅オイルダンパーシステムが水平 2 方向変位に対して、1 方向試験体と同様の機構が成立し、想定通りの性能を発揮することを確認するため、水平 2 方向動的加力試験を実施した。2 方向加力試験は、写真 2 に示す 3 軸加振振動台を加力機として用い、試験体の片端を固定端に接続し、水平 2 方向 (X 方向、Y 方向) の加力を行った。振動台の加力性能は、1 方向加力では最大 $\pm 800\text{mm}$ であるが、2 方向の円加力では、最大 $\pm 400\text{mm}$ が限界変位となる。なお、ダンパー軸方向を Y、ダンパー直交方向を X とする。

4.2.1 計測

計測に使用する機器と設置位置を図 19 に示す。1 方向加力試験と同様に、4 本の各ダンパー変位をレーザー変位計で計測し、荷重を各ダンパーのピストンロッド部に貼り付けたひずみゲージで計測した。さらに振動台の変位と荷重を、振動台に既設の変位計とロードセルを使用して計測した。2 方向試験体の全体荷重は、左端クレビスと鉄骨架台 1 の間に設置した 1000kN 用のロードセルにより計測した。2 方向試験体も図 5 に示すように、最大で 2000kN の荷重となるため、1000kN を超える加力の際には、ロードセルを外して加力を行った。なお、本試験ではボールねじの荷重は計測していない。

4.2.2 加力波

加力波は、正弦波と地震応答解析から得られる免震層の応答波形を用いた。正弦波は周期 3 秒～10 秒とし、変位振幅は最大で 1 方向 $\pm 600\text{mm}$ 、2 方向円加力では $\pm 400\text{mm}$ 、加力速度は最大 90cm/s の範囲で加力した。正弦波の振幅は最大振幅となる部分を 3 波分 (定常部) とし、始めと終わりを 4 波ずつ漸増、漸減となるように作成した。地震応答波は、30 階建ての S 造事務所建物 (周期 7 秒) を想定した質

点モデルに 2007 年新潟県中越沖地震における柏崎 (NIG018 柏崎) にて観測された波形を入力した際の免震層の応答変位波形を用いる。図 20(a),(b) に想定建物モデルの免震層の時刻歴応答変位波形を示す。なお、変位の大きい NS 波をダンパー軸方向 (Y 方向) へ入力した。

写真 2 2 方向試験体設置状況

図 19 計測器設置位置

(a) NS 応答波 (Y 方向入力)

(b) EW 応答波 (X 方向入力)

図 20 新潟県中越沖地震柏崎の免震層応答変位波形

4.3 試験結果

2 方向試験体の荷重の流れも、式(1)、(2)と同様であるが、本試験体では鉄骨架台下に転がり支承を使用しているため、摩擦抵抗力も考慮する必要がある。動的加力試験に先立ち、試験体を準静的に引張り、摩擦抵抗力を測定したところ、10kN であった。よって、本試験体では、式(3)が成り立つ。

$$\begin{aligned} & \text{D1 荷重} + \text{D2 荷重} + \text{左ねじ荷重} + \text{摩擦抵抗力 (10kN)} \\ &= \text{D3 荷重} + \text{D4 荷重} + \text{右ねじ荷重} + \text{摩擦抵抗力 (10kN)} \\ &= \text{全体荷重 (1000kN ロードセル)} \end{aligned} \quad (3)$$

図 21(a)～(d) に加力周期 10 秒、加力振幅 500mm の 1 方向正弦波加力結果を示す。図 21(a),(b) は、各ダンパーの変位波形と荷重波形をそれぞれ重ね描いて示している。図 21(a) より、全てのダンパー変位が揃っており、水平 2 方向試験体も設計通り変位調整機構が機能

したことが分かる。図 21(b)より、本試験結果では全てのダンパー荷重が揃っている。図 21(c)に、D1 と D3 の変位和、D2 と D4 の変位和、振動台変位を重ね描いて示す。図 21(c)より、2 台の直列するダンパー変位の和が振動台変位と一致しており、試験体が想定通りの挙動をしたことがわかる。図 21(d)には、全体荷重と、D1+D2 の荷重+摩擦抵抗、D3+D4 の荷重+摩擦抵抗を重ね描いている。直列するダンパー荷重の差分がねじの荷重となるが、図 21(b)に示したように、本試験で使用したダンパー性能には、ほとんど差異が無かったため、ボールねじの荷重を入れなくても波形が揃う結果となった。

図 22(a)～(f)に地震応答波を水平 2 方向に入力した際の試験結果を示す。地震応答波による加力は、1000kN 以上のダンパー荷重となる大きい加力であるため、全体荷重を測定するロードセルを撤去している。そのため、各ダンパーの荷重はひずみゲージからの計測値で示す。図 22(a)には、全ダンパーの変位波形を、図 22(b)には、並列する 2 台のダンパー荷重和と摩擦抵抗力の和の波形を示す。水平 2 方向の地震応答波の加力についても、1 方向正弦波加力と同様に全ダンパー変位が一致し、また並列する 2 台のダンパー荷重とも一致する。さらに図 22(c)～(f)に示す各ダンパーの荷重 - 変位関係も一致することから、大振幅オイルダンパーシステムが水平 2 方向にも想定通りに挙動したことが確認できた。水平 2 方向正弦波による円加力の結果についても同様の結果を得ている。

以上の試験結果より、水平 2 方向試験体が、水平 1 方向試験体と同様の機構が成立し、水平 2 方向挙動時にも想定通りの性能を発揮できることが確認できた。

5. まとめ

既製のオイルダンパーを用いて、大振幅かつ高速度に対応可能な新たな大振幅オイルダンパーシステムを開発した。この実大試験体を用いて、水平 1 方向(最大 115cm/s)及び水平 2 方向(最大 90cm/s)の加力試験を実施し、システムの成立性確認と性能検証を行った。試験結果より、本ダンパーシステムの変位調整機構を用いて直列接続した各ダンパーの変位が揃うこと、全体荷重はダンパー単体荷重から計算される値となることが確認された。各ダンパー単体については許容限界まで性能確認されていることから、この大振幅オイルダンパーシステムによれば既製オイルダンパーの 2 倍のストロークと許容速度が確保できると考えられる。

謝辞

本論文で示した加力試験では、防災科学技術研究所の K-NET のデータを使用させて頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建築研究所：長周期・長時間地震動の予測のためのデジタルデータの公開 (2014 年 11 月 25 日予定) について、資料 1, http://www.kenken.go.jp/japanese/information/information/press/2014/2_1.pdf, 2014 (2017.3.6 参照)
- 2) 日本建築学会構造委員会・振動運営委員会：シンポジウム東日本大震災から 5 年 - 建築振動工学の到達点と残された課題 -, 2016
- 3) 福喜多輝ほか 5 名：可変型オイルダンパーの開発その 1, その 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造II, pp.991～994, 2017.9
- 4) 田中鉄也ほか 7 名：巨大地震に対する免震建物のフェールセーフ機構その 1, その 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造II, pp.555～558, 2014.9

(a) 全ダンパー変位波形

(b) 全ダンパー荷重波形

(c) 直列するダンパー変位和と振動台変位波形

(d) 並列するダンパー荷重和+摩擦抵抗と全体荷重波形

図 21 加力結果 (加力周期 10 秒、振幅 500mm、速度 31.4cm/s)

(a) 全ダンパー変位波形

(b) 並列するダンパー荷重和+摩擦抵抗力の波形

(c) D1 の荷重-変形関係

(d) D2 の荷重-変形関係

(e) D3 の荷重-変形関係

(f) D4 の荷重-変形関係

図 22 加力結果 (新潟県中越沖地震柏崎 60%応答波)

- 5) 中山尚之ほか 6 名：免震効果と変位抑制を両立させた原子力建屋免震用オイルダンパの開発その 1, その 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造II, pp.1133～1136, 2019.9
- 6) 藤田聡ほか 5 名：高速型免震用オイルダンパーの研究開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集その 1, その 2, その 3, 構造II, pp.727～732, 2020.9

[2021 年 1 月 29 日原稿受理 2021 年 3 月 30 日採用決定]