

平成22年度

# 耐震壁、壁柱を活用した庁舎 —構造スリットを使用しない施設設計—

北海道開発局営繕部 営繕整備課

○ 岩瀬 基彦  
澤田 利宏  
谷口 和久

平成19年に改正建築基準法が大幅改正され、構造計算における仕様規定の改正や、部材のモデル化・剛性評価の考え方等が細かく規定された。以後、RC壁に構造スリットを多用した純ラーメン構造建物が増加した。この靱性型の建物は地震時の変形が大きい為、非構造部材の変形追従性、クラック発生の懸念、構造スリット周囲の防水処理等、検討事項が多く見られる。

本報告は、外周部に壁柱を配置し、間柱を併設して耐力壁を評価したもので、構造スリットを使用しない事例であり、今後の設計に資するものである。

キーワード：構造設計、耐震設計

## 1. はじめに

耐震偽装事件を契機に、平成19年に改正建築基準法が施行された。法改正では構造設計の厳格化が求められ、これまで設計者が設計ごとにモデル化を行い、設定していた事項が建築基準法に細かく規定された。さらに構造設計のチェックが厳格化され、構造設計・構造計算の内容について、計算により確認した安全性の検証結果を不整合が無い様に書類としてまとめ、提出する必要性が生じた。昨年度の研究では、建築基準法の改正内容が、構造設計にはどのような影響が生じたか考察した。本年度は、昨年度の結果<sup>1)</sup>を踏まえ、実際に庁舎設計を行った事例を紹介する。

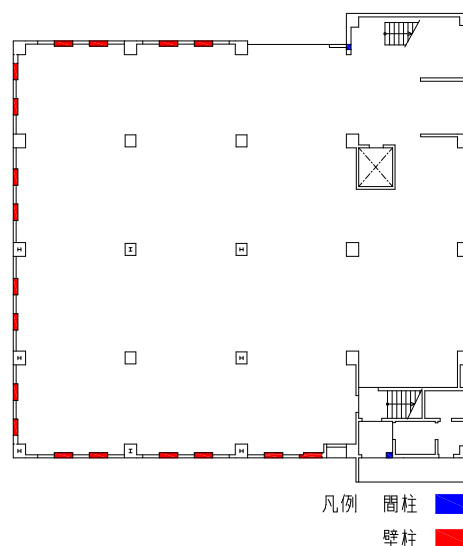


図-1 基準階平面プラン

## 2. 設計概要

### (1) 建物概要

今回対象とする建物は、札幌市内に位置する事務庁舎で、RC造4階建である。2階会議室は広い空間を確保する為、無柱空間としてスパンを飛ばしている。RC造の内壁は最小限とし、今後の利用形態の変化に伴うリノベーションを容易にする為、フレキシブルな空間を確保した。

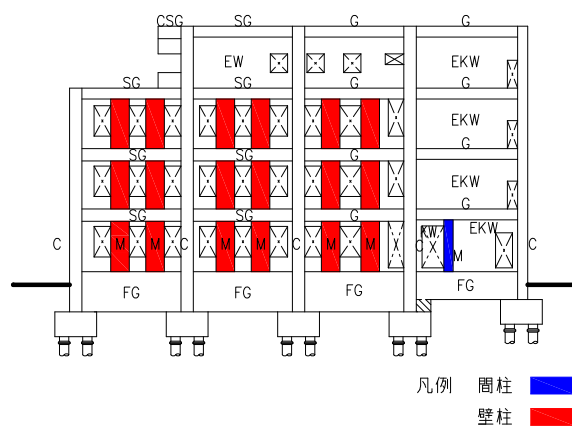


図-2 軸組図

## (2) 構造設計概要

構造種別は、RC造（2階会議室部分の上階のみS、SRC造）の耐力壁付きラーメン構造とした。コア部の壁は耐力壁として配置し、構造スリットは極力使用せず、耐力壁、壁柱を活用した。設計ルートは3で、保有水平耐力により構造安全性の確認を行っている。

## 3. 昨年度の検証内容

本庁舎の設計は、昨年度行った報告結果<sup>1)</sup>を参考としており、その概要は以下の通りである。

### (1) 耐力壁を有する剛接架構に作用する応力の割増し（告示第594号）

耐力壁の応力負担率に応じ、フレーム部材に作用する設計用応力を割り増す事となった。耐力壁を多く配置し、壁の応力負担率を確保した建物は、フレームが負担する応力を計算結果から割増して設計する必要があり、不経済とならない様に設計を行う必要がある。

### (2) 有開口耐力壁について、剛性・耐力の低減が変更となった。

縦長の開口を有する耐力壁は、壁が有する耐力を大きく低減させる事となった。構造設計だけでなく、意匠上の考慮も必要となる。

### (3) 部材の剛性評価の厳格化

これまで大きな影響を考慮しなかった腰壁、垂れ壁、袖壁、パラペット、雑壁について、部材剛性を精算する様になった。これにより、剛性がとても大きな部材がモデル化され、応力負担のバランスをさらに考慮する必要が生じた。

### (4) 定着・付着長の変更

梁主筋の柱への定着・付着長さが見直された。投影定着長さを確保する為、柱サイズをこれまでより大きくとり、定着長さを確保する必要がある。

本庁舎の設計では、RC造耐力壁の耐力をどの様に確保するか、検討を行なった。

意匠上必要で縦長開口を設けた耐力壁では、(2)の改定により、壁耐力が大きく低減される。そこで、窓形状について意匠担当者とは打合せを行い、必要に応じて間柱を設置する事により、RC壁の持つ構造耐力を有効に活用した。

部材の剛性評価(3)については、長い袖壁が付いた柱の大きな剛性評価と応力処理による過大なフレーム断面

を避け、さらに構造スリットを設けない設計の対策として、間柱の設置による壁耐力の確保を検討した。

## 4. 現在の構造設計の流れ

法改正により、構造スリットを積極的に多用し、実際に建物を建設する実例が非常に増えている。さらに、構造スリットはどの様に設計すべきか、という議論がされるまで、この構造スリットの活用が構造設計に欠かせない構造部材となっている。これについては、次の理由が考えられる。

### (1) 剛性評価

部材に取り付く雑壁の剛性を詳細に検討することにより、偏心率がとても大きくなる場合がある。偏心率が大きいと、必要保有水平耐力をより大きく確保する必要がある。これを避けるため、雑壁に構造スリットを設ける事がある。本建物の場合であれば、図-3のような壁の場合、垂壁・袖壁による短柱のせん断破壊の防止の為、3方向スリットを設けることが考えられる。

構造スリットを多用する構造設計が増えてきたのは、構造設計における構造体のモデル化をシンプルにし、また、設計中・施工中・利用期間中の壁開口の変更に対応するためと考えられる。しかし、スリット併用に

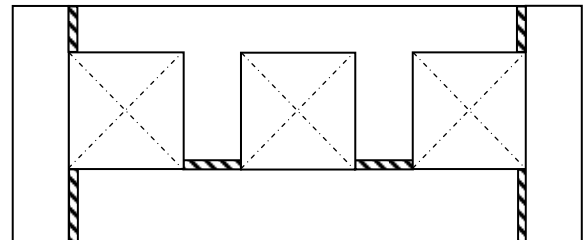


図-3 スリット設置の例

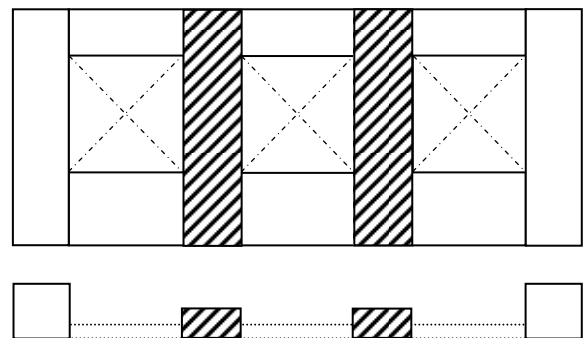


図-4 壁柱のモデル化

よる純フレーム構造建物は靱性に富んだ建物で、変形により地震力に耐える構造設計であるため、塑性により大きなクラックが生じ、使用を続けるには大規模な補修が必要となることも想定される。

構造スリットを設けた建物と、壁柱・間柱を設けた建物の比較を、表-1に示す。

## (2) 開口変更に伴う壁の評価、フレームの剛性評価

工事発注後も、納まりの詳細検討による開口位置・大きさの変更、建物の使用形態の変更に伴う開口位置の変更、付帯工事発注による機器の性能に合わせた開口大きさの変更など、耐力壁に設置した開口の変更が行われる要因が数多くある。その都度、構造計算をやり直し、部材寸法や配筋に変更が生じる事は、大きな手戻りとなる。竣工後、建物の使用調整に伴う開口の変更も、建物を実情に合わせて詳細に構造計算する、という現状から言えば、対応が困難である。

## 5. モデル化

構造スリットを設けず耐力壁として活用した場合、どのような効果があるか実施設計前に確認し、耐震要素の配置、部材の大きさを確認するため、基本設計時のプランを基に、昨年度行った調査の結果を踏まえ構造計算を行い、スリットを設けない構造物の設計が可能か確認した。

モデル化で採用した項目は、次のとおりである。

### (1) 壁柱の設置

本建物では、1フレームに3箇所の開口部があり、開口に挟まれた柱及び方立壁がせん断破壊する恐れがある。このため通常は、図-3の様に水平・鉛直の3方スリットを設置するが、今回は窓の間の壁を図-4の様に壁柱として設計を行った。壁柱は壁厚(180mm)よりも厚く、約300mmとし、柱に準じた配筋を行い、X・Yのうち面内方向の応力を負担させる。応力解析を行った結果例を図-5に示すが、柱と共に壁柱が有効に応力を負担しているのがわかる。今回の設計では、外周部の壁柱も応力を負担し、内部フレームの部材断面を小さくする事が出来た。

### (2) 間柱の設置

耐力壁にドアや廊下等縦長の開口が設置された壁は、法改正以降、開口率による低減係数により耐力が大幅に低減され、使われているコンクリートや鉄筋の量に比較して、極めてわずかな地震力しか負担できないことになる。また、大きな開口が取り付け長い袖壁扱いとなる場合、雑壁が付く柱は大きな剛性となり、設計が困難なほ

表-1 耐震スリット使用・壁柱間柱使用の構法比較

	耐震スリット使用	壁柱・間柱使用
架構形式	純ラーメン構造。 雑壁に耐震スリットを設置し、柱梁フレームによる構造とする。	耐震壁併用RCラーメン造。 建物外周部の雑壁を壁柱として活用。 柱際の雑壁を間柱により耐震壁として活用。 建物外周部の壁柱に外力を負担させ、内部構造を小さくすることが出来る。
耐震方法	変形型。 塑性変形によるエネルギーの吸収。	強度型。 耐震壁、壁柱により、地震エネルギーに抵抗。
層間変形角	大きい変形が生じる。	変形が小さい。 大地震動後も建物の機能を維持できる。
開口	開口の設計に自由度がある。 開口の大きさ・プラン変更に伴う再計算が不要。	大きさ、形状、配置により、耐震壁としての扱いが変わる。 大きな変更は、再計算、変更届の提出が必要。
建物内部の影響	壁柱による凹凸が無い。 地震後に、内部にクラックが入る可能性が大きい。	壁柱・間柱位置に凹凸。 地震後、内部クラックの発生が少ない。
検討事項	クラック対策。 非構造部材の層間変形追従の検討。 RC階段の支持方法を検討する。	壁梁、柱梁の配筋の納まりを検討する。

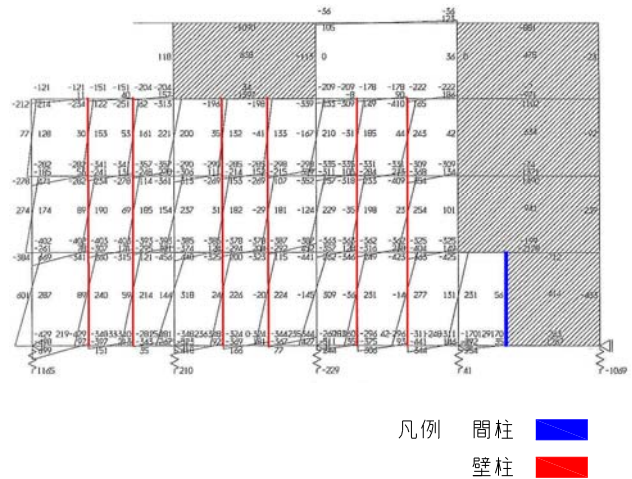


図-5 応力解析結果例

どの応力を負担する場合がある。通常は図-6の様に3方スリットを設け、袖壁の影響を無くする設計を行う場合が多い。今回行った設計では、図-7の様に、開口際の壁に間柱を設置し、耐力壁としてモデル化することにより、耐震壁として地震力を十分負担できる設計を行った。

設計においては、壁柱・間柱共に、せん断耐力を確保し、曲破壊先行型の部材としたが、さらに高強度せん断補強筋の利用など、せん断破壊を避ける設計の検討も有効と考えられる。

## 6. 設計における留意事項

構造設計にあたり、関係者間、特に意匠担当者や打合せを密に行う必要がある。今回意匠担当者、施設利用者等と打ち合わせた項目について、整理する。

### (1) 壁柱、間柱の設置

壁柱の設置により、建物内部に柱型が出てくるため、意匠設計者や施設利用者の意向とすり合わせが必要となる。内部の面積算定にも影響が出てくる場合があり、随時調整が必要となる。

なお、電算ソフト使用のときには、壁柱や間柱を設置するに当たり、その都度通りを追加する必要がある。通りの追加作業が容易なソフトもあるが、通りによって分割された部材の再設定や確認作業等、通りの追加により作業が膨大に増える事があり、基本設計時に壁柱・間柱の位置を精査できることが望ましい。間柱・壁柱が取り付く梁の設計も重要となる。

### (2) 窓の形状

窓の形状が縦長となる場合、耐力の低減が大きくなる。その為、大きな面積の耐力壁を設置しても、縦に細長い『スリット状の開口』を設けた場合、地震時に有効に働かない設計となる。意匠設計者と調整を行い、出来るだけ縦長の窓を避け、それが不可能な場合は、間柱を活用して壁耐力を確保する設計を行う事が有効である。

### (3) 壁位置の調整

雑壁も剛性評価を適切に行う必要がある。偏心率、剛性率に影響を与える為、RC部材の使用は極力控え、どうしても必要な箇所については意匠担当者や細かな調整が必要となる。

### (4) 配筋納まりの検討

今回設置した壁柱では、D19の壁柱主筋が納まりづらい部分があったので、壁柱断面を大きくし、サイズの小さいD16の主筋を使用している。通常と違う架構形式を選定する場合、あらかじめ配筋の納まりを検討しておく、

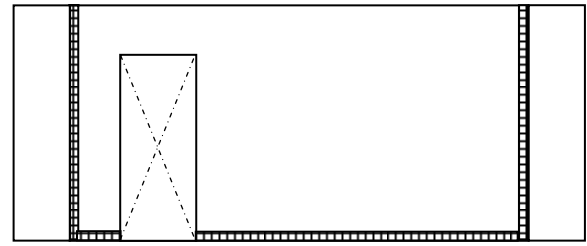


図-6 スリット設置の例

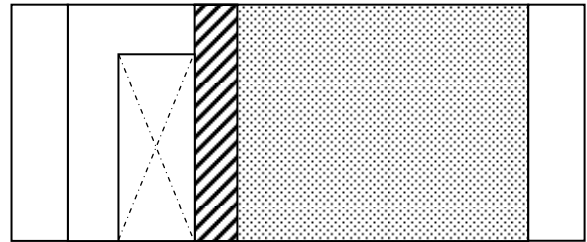


図-7 間柱のモデル化

断面寸法を決定する調整作業が必要となる。

## 7. まとめ

本設計では、強度型の建物の設計を、昨年度の研究を踏まえて行った。法改正以降、RC造建物に構造スリットが多用されているが、本来RC造建物は、耐力壁をバランスよく配置し、地震を受けた建物も大きな補修を行わずに使用できることが求められる。今後、構造スリットを設けない設計手法の検討、モデル化の検討等、より一層の検証が必要である。

### 参考文献

- 1) 平成21年度北海道開発局技術研究発表：『改正建築基準法の構造体の部材寸法への影響』。  
谷口和久、森喜人、上松謙太
- 2) 日本建築構造技術者協会：STRUCTURE No.116『最近の構造計算・設計を見て 一耐震壁を有効に活用しよう一』。  
石山 祐二