

20. 低騒音低振動化を図った居ながら免震改修施工法

(株)竹中工務店：*宮崎 貴志, 鈴木 賢礼

1. はじめに

1995年の阪神淡路大震災を契機に建物の耐震安全性が見直されたこと、さらに現在の経済状況を反映して、既存建物を長く利用するための耐震改修工事が増加している。耐震改修には、柱に鋼板などを巻いたり鉄骨ブレースを新設することで建物の強度を増大させる耐震補強、制振装置を組み込むことにより地震エネルギーを吸収して地震力を小さくする制振補強、および積層ゴムなどを組み込むことにより地盤から伝わる地震力を大幅に低減する免震補強がある。これらの補強方法がある中で、特に最近ではコンピュータオフィスや銀行、病院などに対し、建物内の通常業務や居住環境に影響を及ぼすことなく、建物をいつも通りに使いながら免震補強を行う居ながら免震改修工事のニーズが高くなっている。免震補強は、他の耐震改修とは異なり建物のデザインや機能の変更を伴わないこと、居ながらは移転にかかる莫大な費用や手間が不要になることから、居ながら免震改修は今後益々拡大すると予想されている。居ながらを実現するためには、施工面では作業中に発生する音や振動を無くす、あるいは極力抑えること、管理面では建物使用者や工事関係者に対しての厳密な安全確保が重要な課題になる。

本論では、居ながら免震改修施工法の確立に必要な技術である低騒音低振動化を図った切断工法と、積層ゴム取付用として試作したマニピュレータに関して述べる。

2. 免震改修の概要

免震改修には積層ゴムの場所により、切断した杭頭に取り付ける杭頭免震、基礎を新設し新旧の基礎間に取り付ける基礎免震、中間階の柱を切断して取り付ける中間階免震がある。中間階免震を例として、積層ゴムを組み込む施工手順を図1に示す。これらの中で大きな音と振動が発生する作業は、柱切断である。発生した音と振動は、空気伝搬や躯体内伝搬により上下階へ伝わる。空気伝搬は遮音カバーなどで抑えることができるが、躯体内伝搬は現状の技術では十分に抑えることはできない。したがって、発生源の音と振動を低減することが、課題になる。同様に、切断した塊の撤去や積層ゴムの取付に関しても、安全かつ低騒音低振動の作業が要求される。

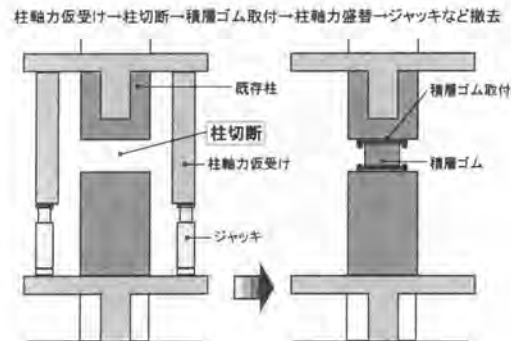


図1 施工手順例（中間階免震）

3. 低騒音低振動の切断工法

3.1 押し切り方法

既存柱の切断作業には、一般的にワイヤーソー工法が適用されることが多い。ワイヤーソー工法は、他の切断工法と比較して音と振動が小さいことが実証されているが、居ながらへの適用を考えた場合、現状のレベルよりさらに音と振動を低減させる必要がある。

図2に、考案したワイヤーソーによる押し切り方法の切断と、通常方法の切断を示す。通常方法は、柱の周囲にワイヤーソーを巻き付けて、駆動装置で引っ張りながら柱を背面から前面へ切断する。押し切り方法は、新規に開発した移動切断装置の2本のアームで柱を挟み、アームがベース上を柱方向へ移動することにより、前面から背面へ切断が進行する。図3に、移動切断装置の全体図を示す。

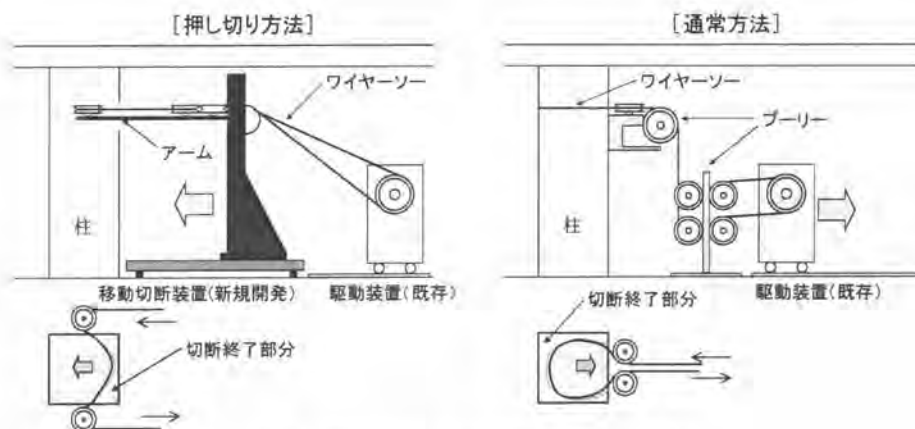


図2 押し切り方法と通常方法による切断

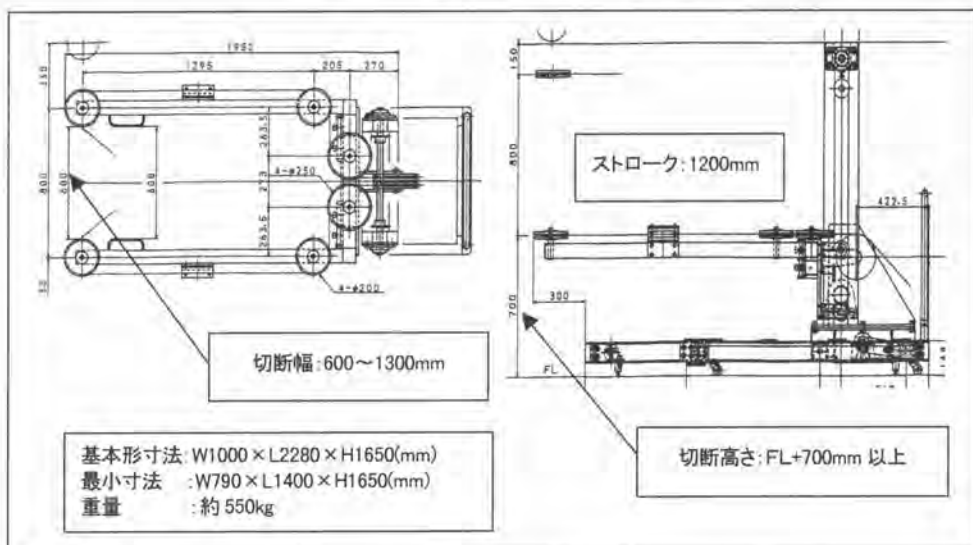


図3 移動切断装置全体図

3.2 効果

押し切り方法では、柱に接しているワイヤーソーの長さが短いために、騒音と振動を低減することが可能になる。写真1に示す900mm角SRC柱の切断実験では、切断部より0.5m離れた地点での音圧レベルが80.5dB(A)、同条件での通常方法による切断時が92.4dB(A)であった。同様に、振動レベルも押し切り方法が低い値であった。押し切り方法の他の利点は、柱ヘブリーを取り付ける必要がないこと、アームがベース上を走行するために切断精度が高いことがある。一方、切断能率は通常方法と比較して多少低下するが、前述のような準備作業が無くなるため、柱1本あたりの全切断作業に要する時間はほぼ同等であった。



写真1 切断実験状況

4. 積層ゴム取付用マニピュレータ

図4に、今回試作した積層ゴム取付用マニピュレータの機構概略図を示す。マニピュレータは、柱軸力を仮受けしている仮設支柱に取り付け、約15kgfの力で最大500kgまでの重量物を水平移動可能である。マニピュレータ1本の重量は40kgで、重機を使用しなくても取り付けができる。2本のマニピュレータで、積層ゴムの上部プレートを下から支えるように保持するため、積層ゴムが通過できる最小スペースで水平移動することでき、切断後の塊を撤去することもできる。現在、1.5tまでの重量物を移動できるマニピュレータ2号機を製作中である。

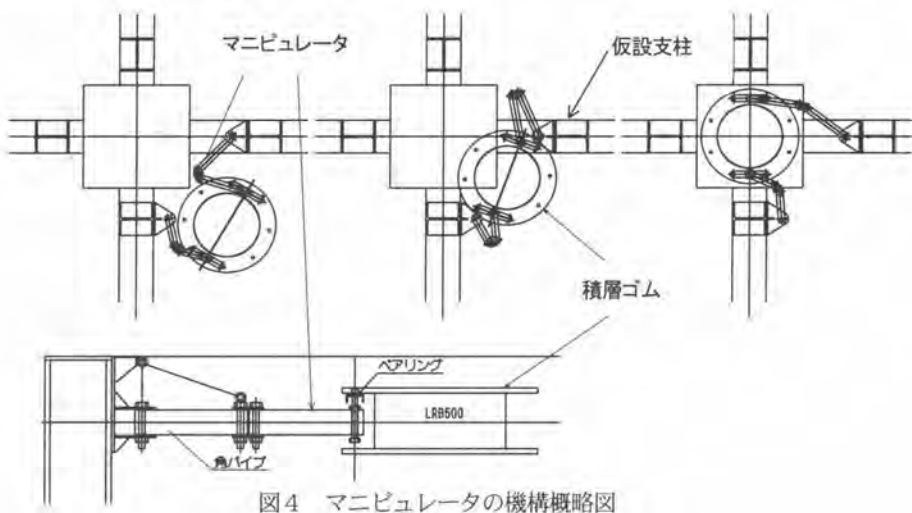


図4 マニピュレータの機構概略図

5. 試験施工

既存建物を利用して、本工事と同じ手順で柱に積層ゴムを取り付ける試験施工を行った。対象とした柱は建物内の1階にあり、本数は2本、断面寸法は520mm角、構造はRCであった。

上部の構造体を支える4本のH鋼仮設支柱を、柱周囲に設置した油圧ジャッキの上に建て込んだ。構造体の変形量などを計測するセンサを取り付けた後、ジャッキアップを行い、想定した柱軸力を仮設支柱に負担させた。次に、押し切り方法で柱を切断し、マニピュレータで切断片を撤去して、積層ゴムを取り付けた。最後に、ジャッキダウンを行い、仮設支柱を撤去した。図5には、押し切り方法による柱切断時に発生した騒音の計測結果を示す。施工階である1階での切断部近傍の音圧レベルは86dB(A)、直上階は70dB(A)、2層上は60dB(A)であり、2層上で暗騒音とほぼ同値であった。したがって、施工階から2層離れた場所での通常業務や居住環境には、影響及ぼさないことが分かった。写真2～4には、試験施工の状況を示す。

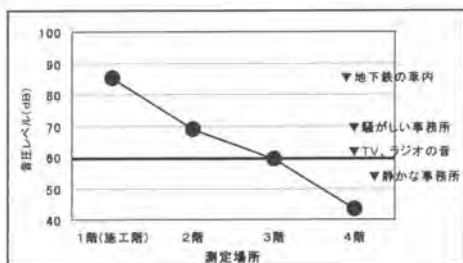


図5 柱切断時の騒音計測結果



写真2 切断状況



写真3 切断面



写真4 マニピュレータによる積層ゴム取付

6. おわりに

押し切りによる切断方法は、本年度中に実施工へ適用して、騒音や振動、施工性などの検証を行う。今回発表した内容は、切断作業に重点を置いているが、免震改修工事には切断以外にも騒音・振動が発生する作業、例えば穿孔やはつりがある。居ながらを実現するためには、全作業を通した低騒音低振動化を図る必要があり、より快適な環境作りを目標に、今後も開発を推進していく予定である。