

2024.08 No.70

1. 論文報告関東震災から一世紀を超えて
地震の理学の現在の到達点

公益財団法人 地震予知総合研究振興会 上席研究員 松浦 律子

地域別地震係数Zの問題点

構造物評定委員会 清水 泰

2. 技術報告

高層共同住宅耐震補強の設計・施工事例 —外付け鉄骨・ASOFR工法—

(株)新井組 建築本部 技術統括部 設計グループ 東 健二
技術グループ 馬場 弘尚**3. 技術ニュース**

シートジャッキシステム

シートジャッキ®の開発と免震材料の交換施工

間瀬建設株式会社 工事部計画課 吉岡 幸子

耐震補強工法の紹介「スマートピタ工法」

矢作建設工業株式会社 長内 富士己





シートジャッキシステム

シートジャッキ®の開発と免震材料の交換施工

間瀬建設株式会社
工事部計画課 吉岡 幸子

1. まえがき

免震建物を日常で目にするようになって数十年ほどであり、一般的に 60 年の耐久性を有する免震材料の交換が行われた事例は、弊社においても数例のみであった。今回、免震材料の交換施工を検討する中で開発したシートジャッキシステムについて、その経緯と概要を解説する。また、免震材料の交換施工以外におけるシートジャッキの活用方法についての提案も記した。

2. 免震材料交換施工中のガイドライン

発端は 2015 年 3 月、免震材料の偽装問題の発覚により、免震材料交換方法に関して改めて具体的な検討を迫られたことである。免震材料の交換施工にあたっては、2015 年 7 月に発表された「免震材料の交換改修工事中の建築物の安全性のガイドライン」（国土交通省）に沿った対応が求められた。このガイドラインは、免震材料の交換作業中についての

- ・免震材料交換工事施工にあたっての新築建物の仮使用認定に関する事項
- ・免震材料交換工事施工中の構造安全性の水準

について記されている（図 1）。

建築物の状況・種別	竣工済み又は竣工前の仮使用中	
	新築時に免震構造とした建築物	免震レトロフィットにより免震構造化した建築物
要求性能水準	建築基準法が定める最低限の構造安全性を確保すること。 具体的には、稀に発生する地震動による地震力によって建築物が損傷しないこと及び極めて稀に発生する地震動による地震力によって建築物が倒壊、崩壊等しないこと。 ただし、以下の①又は②のいずれかの場合は、稀に発生する地震動による地震力によって建築物が損傷しないこと。 ① 本則の水準を達成することが技術的制約、時間的制約から困難な場合であって、免震材料が取りはずされている期間・基数が可能な限り短く少ない工法・工程を採用する場合 ② 未使用の場合又は一時退去等により使用中止とする場合	

図 1 建築物の構造安全性の要求性能（国土省ガイドライン、2015.7）

また、施工計画上の留意点として

- ① 地震時の建物の水平挙動を考慮し、仮受ジャッキ等に水平変形追従機能を持たせ、施工中も免震構造を活かす。
- ② 一時的に免震材料を水平拘束し、免震層を含め全体を耐震構造とする。

の2点のいずれかを採用検討することとなっていたほか、

- ③ 交換作業時もジャッキ等により所定の鉛直支持能力を確保すること。
- ④ 免震材料の交換に伴う上部構造に対する鉛直方向の強制変形に際し、構造躯体の健全性を確保すること。
- ⑤ 免震材料の交換手順の検討立案にあたり、一部の免震材料を取りはずした状態での全体の水平剛性バランスに配慮すること。

等が求められた。

3. シートジャッキシステム

(1) 免震材料交換施工における課題

一般的な免震材料交換工事においては、免震材料の横に油圧ジャッキを設置して(図2)、ジャッキアップして行われる。ジャッキアップの方法にはいくつかあり、代表的な方法を図3に示す。ただし、対象となる建築物については、規模・階高・形状・用途などの多様性から、

- ・柱スパンが短い場合には部分ジャッキアップでは変形角が許容できない
- ・階高が高いもしくは軸荷重が大きいため、ジャッキアップ反力の確保が難しい

などの理由でジャッキアップができない建築物も存在した。

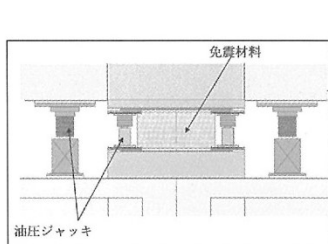


図2 油圧ジャッキ設置図

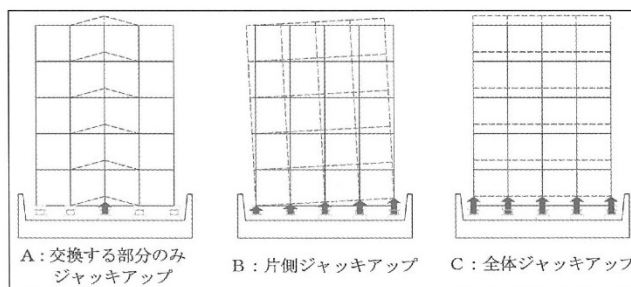


図3 ジャッキアップ方法

ジャッキアップができない建築物の場合、免震材料の上下躯体を解体する方法も考えられるが、建物を使用した状態での施工の場合、解体時に発生する騒音や振動は回避すべきとされた。

(2) シートジャッキの開発

以上の経緯から、ジャッキアップや免震材料の上下躯体の解体を行わずに免震材料を交換する方法を考案する必要があった。また、免震材料の交換後においても現状の建物レベルを維持するため、免震材料上での荷重移行と建物レベルをコントロールすることが求められた。そこで、超薄型のジャッキを免震材料上に設置することを発案し、既存建物—免震材料間の空間が最小6mmの隙間があれば挿入可能なシートジャッキの開発に至ったものである。

シートジャッキ（図4）は、厚さ0.8mmおよび1.2mmの冷間圧延鋼板SPCE材（JIS G 3141）を2枚重ねてシーム溶接接合したものである。使用材料のSPCE材は、引張強さ270N/mm²以上、伸び40%以上の材料である。

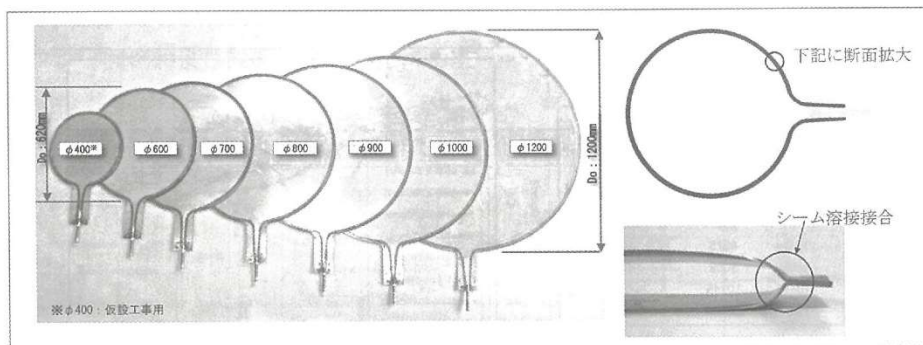


図4 シートジャッキ®

φ400～φ1200までのサイズが製作可能となっており、免震材料のゴム径に合わせた大きさをを用いることで、均一な荷重の伝達を行うものである。

(3) 建設技術審査証明の取得

シートジャッキを用いた免震材料交換方法は、シートジャッキシステムとして、2018年3月に建設技術審査証明を取得している（図5）。なお建設技術審査証明は、弊社と鉄建建設株式会社様との共同取得となっている。



図5 技術審査証明書

建設技術審査証明事業（住宅関連技術）

BL 審査証明-037 鉄建式-超薄板ジャッキ

[SheetJack/シートジャッキ]

BL 審査証明-038 間瀬式-超薄板ジャッキ

[SheetJack/シートジャッキ]

シートジャッキシステムの技術審査証明取得に際し、3つの開発目標が設けられた（図6）。その際行われた、シートジャッキとモルタルグラウトによる加圧試験の結果を図7、図8に示す。加圧試験では、試験機の加圧上部版と免震材料の間に設けた6mmの空間にシートジャッキを設置し、モルタルグラウトを充填後、加圧状態のまま24時間保持を行った。

- ① モルタルグラウトを加圧充填（最大圧力15N/mm²）することにより、荷重を保持することが可能であること
- ② 仮受け用油圧ジャッキ取り外し後、最大鉛直変位量（縮み量）が1.0mm以下であること
- ③ モルタルグラウト固化後（24時間経過後）、安定的に鉛直荷重を保持できること

図6 開発目標

グラウト材には、シートジャッキ用グラウト材（ピタシール）を使用した。充填後、24 時間にわたり、鉛直変位の計測を行ったものである。

No.	直径 mm	充填圧力 N/mm ²	荷重 kN	最大鉛直変位量 mm
1	600	5.0	1245	-0.21
2	600	10.0	2585	-0.41
3	600	15.0	3857	-0.28
4	800	5.0	2307	-0.23
5	800	10.0	4575	-0.34
6	1200	5.0	5008	-0.28
7	1200	10.0	10245	-0.27
8	1200	15.0	14420	-0.35

図 7 24 時間後の鉛直変位

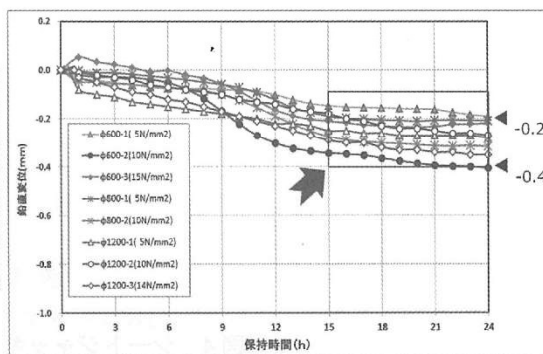


図 8 保持時間と鉛直変位

試験結果より、24 時間後の鉛直変位量が 1mm 以内であること（図 7）、また鉛直変位量が 14～15 時間後には収束に向かうこと（図 8）が確認された。また、免震材料交換施工の際にはグラウト充填により溶接部に引張力がかかるため、シーム溶接部の強度確認を行った。その結果、溶接部ではなく母材での破断が 312.3～318.1N/mm²にて確認され、シーム溶接部は SPCE 材の引張強さ（270N/mm²以上）を上回る強度があることが判明した。加圧試験および引張試験の状況写真を図 9 に示す。

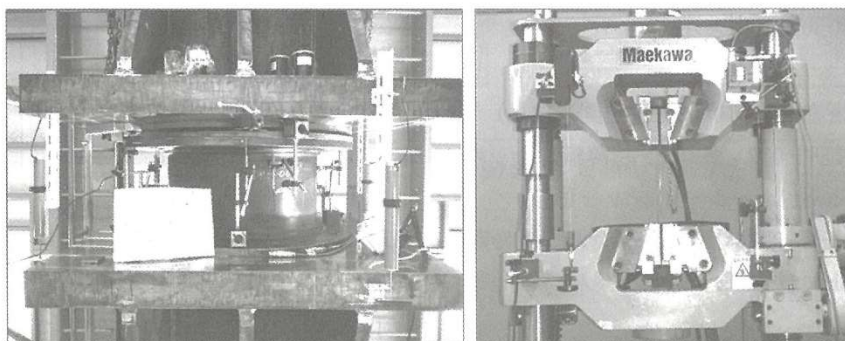


図 9 加圧試験および引張試験の状況

(4) シートジャッキシステムによる施工

シートジャッキを用いた免震材料交換（シートジャッキシステム）の手順を解説する。
手順の概要は

- ① 免震材料の横で油圧ジャッキにて建物荷重を仮受支持し、既存免震材料にかかる荷重を除荷したのち、既存免震材料を取り出す。
- ② 新規免震材料とシートジャッキを設置した後、シートジャッキにグラウト圧入を

行うことで、建物荷重を新規免震材料へ伝達する。この間、油圧ジャッキによる仮受にて建物レベルを保持した状態とする。

③ シートジャッキ内グラウト材の硬化後、仮受支持の油圧ジャッキを撤去する。
となる。

施工フロー図例および設置写真を下記に示す（図 10, 図 11）。

① 現 状	② プレロード	③ 既存免震材料冷却	④ 既存免震材料撤去
(既存免震材料で建物荷重を支持している)	免震材料横に油圧ジャッキを設置。 (油圧ジャッキ下部にはスライド機構を設ける) プレロードによる既存免震材料を除荷。 (仮受けジャッキで建物荷重を支持している。)	既存免震材料を冷却工法にて収縮させる。 (冷却中はピストン立ち入り禁止)	冷却済みの既存免震材料を撤去差出。 (仮受けジャッキで建物荷重を支持している)
⑤ 新規免震材料設置	⑥ シートジャッキ加圧	⑦ プレロード	⑧ 機材撤去・完了
上にシートジャッキを載せた状態で新規免震材料を設置する。 免震材料およびシートジャッキの位置を調整	シートジャッキに指定無機系注入材を加圧充填し、上部荷重を既存免震材料に移行させる。 (新規免震材料へ軸力を伝える。)	仮受けジャッキにより減圧プレロードを行い、荷重を新規免震材料へ受替える。 (新規免震材料で建物荷重を支持している。)	仮受けジャッキほか油圧機材撤去 新規免震材料下盤(シートジャッキ周囲)に型枠を設置し、グラウトを行う。

図 10 シートジャッキシステムによる免震材料交換手順
※免震材料冷却工法（他社特許）併用例



図 11 シートジャッキ設置作業状況

4. 免震材料交換施工時の課題と提案

既存建物の免震材料の交換作業では、仮受支持用の油圧ジャッキの設置スペースや免震材料の搬出入経路の確保に苦勞するケースも多く見られたほか、免震階における設備類の存在も施工にあたっては考慮すべき事項となった。

また、シートジャッキシステムを用いた免震材料交換施工では、免震材料を縮めて取り出すための冷却工法（他社特許）を併用するとともに、メーカーの基準値内で高さの低い

新規免震材料を提供してもらった。シートジャッキ設置のため、6mmのクリアランス確保を少しでも優位とするため、準備された大量の新規免震材料の中から選定することができたことも幸いした。今後、個別メンテナンスとしての免震材料交換を行う場合には、そのような選定作業を行うことは難しい場合も出てくると考えられる。

対策の一例として、免震建物新築の際にあらかじめ鋼製プレート（厚さ3.2mmなど）を免震材料の上部に設置しておくことも有効と考える（図12）。

この鋼製プレートをシートジャッキへ入れ替えることにより、免震材料交換の際には既存と同じ高さの新しい免震材料が設置できる。

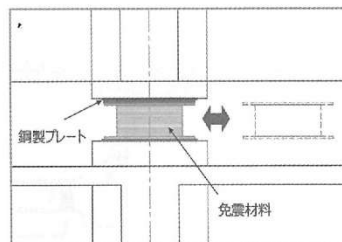


図12 鋼製プレート設置

5. そのほか工事への活用提案

シートジャッキのストロークは10mm程度であるが、グラウト材充填による圧力管理を行うことができ、僅か6mm程度の空間で荷重受け替え（プレロード）が可能という利点がある。この特性により、地下構造物の荷重受け替えや既存構造物の傾斜復旧時の受け替えのような場面での活用も考えられる（図13）。さらに、グラウト材を水もしくはオイルに替えることで、仮設での利用も可能である。災害復旧時などにおいて、既存構造物の緊急仮受の際、圧入鋼管上での隙間プレロードへの活用（図14）も可能である。

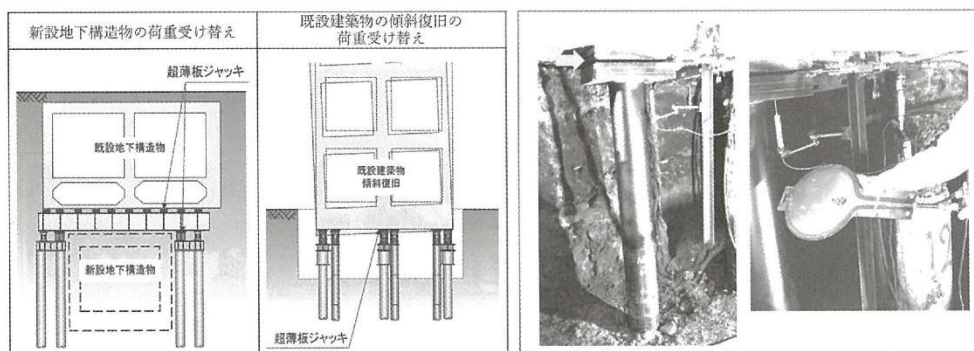


図13 利用例

図14 圧入鋼管上での仮設利用

6. あとがき

既存免震材料の交換工事においては、今まで気づかなかった諸条件の多様さや施工時の問題点について、考えさせられることも多い。シートジャッキ及びシートジャッキシステムが、今後幅広く活用されることで、安全かつスムーズな施工の一助となることを願うものである。最後に、本寄稿においてご協力いただいた鉄建建設株式会社様そして関係者の方々に心から感謝を申し上げる。

strec
ストレック

Structural Research Consulting Association

URL:<http://www.strec.org>