

免震レトロフィット仮受け工法の鉛直荷重支持性能に関する研究
(その 1:鉛直荷重支持性能の既往工法との比較検討)

D3-05015 小池 裕

1.はじめに

免震レトロフィットとは既存建物を免震化する耐震補強方法である。免震化により、上部構造への地震入力が大幅に低減されるため、ほとんど上部構造を補強する必要がなくなり、既存建物の意匠や機能を損なうことなく耐震安全性を高めることができる。2005 年度に行われた調査¹⁾では、国内において少なくとも 55 件の免震レトロフィット事例があり、新築の免震建物に比べると依然少ないが歴史的・文化的に価値のある建物や災害時に建物の機能維持を目的とされる病院、学校、庁舎および消防署など、適用範囲は拡がりを見せている。

免震レトロフィット工事では、新築工事とは逆に、支持地盤や基礎杭または柱の 1 部を除去し免震装置を設置することになる。そのため、上部構造の重量を支える仮受けを行い安全性を確保しなければならない。また近年、対象構造物の大型化や居付き工事の需要から、大きな鉛直荷重を安全に支持できる信頼性の高い仮受け工法の重要性が増しているといえる。

既往の研究では、様々な仮受け工法について実験などに基づく鉛直荷重支持性能の評価が行われている。しかし、重量構造物を想定した柱 1 本あたり 10,000kN 程度以上の鉛直荷重に対する検討例は少ない。

こうした背景から、本研究で扱う工法²⁾は高軸力を受ける柱の免震化に適した工法として提案されている。本研究は、本工法の鉛直荷重支持性能の評価を目的としており、その 1 では、本工法と既往の研究に見られる柱の仮受け工法との比較により、適用性の評価を試みる。

2.仮受け工法の概要

既往の研究における柱の仮受け工法は、主に下記 ~ の何れかに分類することができる。

緊張力を導入し仮受け用のブラケットを柱などの躯体に圧着することで得られる摩擦抵抗力に期待する方法
仮受け部周辺の梁などの既存躯体や補強躯体の部材耐力に期待する方法

上記 2 つの支持機構を併用した方法

本研究で扱う仮受け工法(図 1)は上記 に分類される工法のひとつであり、以下の大きな特徴が挙げられる。

- ・柱を貫通する PC 鋼材を 1 方向に配置し、鋼製ブラケットや油圧ジャッキを直交する 2 面に集約している。
- ・鋼製ブラケットの圧着面に異形鉄筋(シアキー)を溶接し、鉛直荷重支持性能を飛躍的に高めている。

これらにより、躯体補強および仮設をコンパクトにできるため高軸力を受ける柱の免震化に適している。

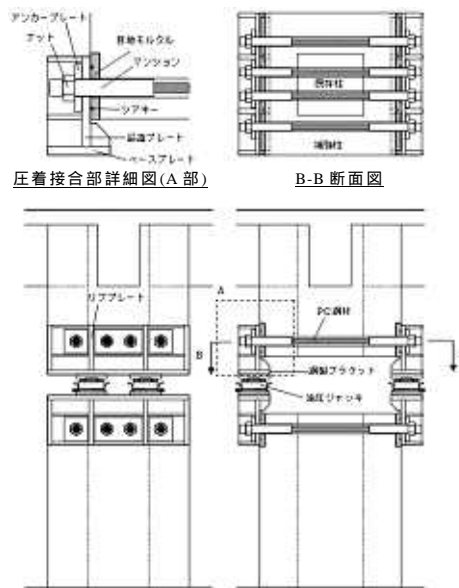


図 1 仮受け工法の概要図

3.既往工法との比較

3.1 鉛直荷重支持性能の比較

荷重載荷実験結果から読みとられる鉛直荷重支持性能について、本工法と既往工法と比較を行う。比較対象として に分類される江頭ら³⁾、宮内ら⁴⁾が提案する工法、 に分類される鶴谷ら⁵⁾が提案する工法、 に分類される宮内ら³⁾、西内ら⁶⁾、有居ら⁷⁾が提案する工法を用いた。表 1 に各工法の実験結果の一覧を示す。実験結果より接合面面積 A(mm²)、変位 (mm)の時の載荷荷重 P(kN)とせん断応力度 (N/mm²)の値を使用した。せん断応力度は鉛直荷重を柱と支持架台の全接合面面積で除した値としている。接合部のせん断強度により仮受け工法の支持性能についての比較を行う。

表 1 各工法の実験結果一覧

スケール	摩擦抵抗力に期待する方法											
	江頭ら ³⁾				宮内ら ⁴⁾				鶴谷ら ⁵⁾			
	C2	C3	C3a	C3b	No.6	No.7	No.22	No.2	No.6	No.7	No.8	
A(m ²)	1.89	2.38	2.38	2.55	0.28	0.32	3.6	0.5	1.02	0.96	0.96	
= P(kN)	3750	4000	4000	4000	950	390	2450	5000	7000	7200	11000	
= (N/mm ²)	1.98	1.77	1.77	1.57	3.36	1.23	0.68	5.3	3.5	4.1	6	
0.2mm	6250	8400	6000	6400	1080	430	2200	8000	8300	10300	14300	
= P(kN)	3.31	3.59	2.57	2.51	3.82	1.35	0.61	9.2	4.5	5.4	8	
= (N/mm ²)	6350	10000	6400	7500	1070	430	2400	9700	8800	11300	15800	
0.5mm	3.36	4.25	2.74	2.84	3.79	1.35	0.67	10	4.5	6	8.7	

スケール	2つの支持機構を併用する方法						部材耐力に期待する方法					
	宮内ら ⁴⁾						鶴谷ら ⁵⁾					
	No.1	No.2	No.3	No.11	No.12	No.13	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
A(m ²)	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	3.08	3.5	3.08	3.5	3.5	3.5
= P(kN)	870	750	450	600	720	590	2649	2816	4362	3830	3154	2253
= (N/mm ²)	3.08	2.65	1.59	2.12	2.55	2.09	0.86	0.8	1.42	1.09	0.9	0.64
0.2mm	900	780	692	580	620	500	3583	3267	5920	5407	3943	3154
= P(kN)	3.18	2.76	2.45	2.05	2.19	1.77	1.16	0.93	1.92	1.55	1.13	0.9
= (N/mm ²)	880	-	680	560	500	4000	3154	-	5858	4055	3154	
0.5mm	3.11	-	2.41	1.98	1.98	1.77	1.3	0.9	-	1.67	1.16	0.9

図2にせん断応力度と鉛直変位の関係を示す。実用上の鉛直変位を想定して0.5mm以下により比較を行う。図より各試験体の鉛直変位を統一して比較してみると、本工法は既往工法に比べて全体的に高いせん断応力度が得られた。この結果により仮受け用のブラケットをコンパクトにすることができると考えられる。

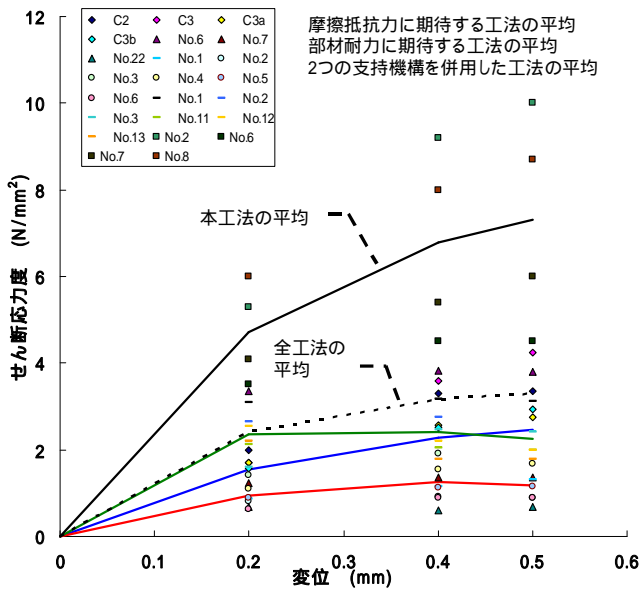


図2 せん断応力度と鉛直変位

3.2 試験設計による比較例

次にほかの工法の内 に分類される、アンカー筋を利用して補強柱に支持架台を取り付けて仮受けを行う工法を取り上げて本工法との比較を行う。標準的な中間階免震工事の条件として、階高5m、梁せい1.2mの建築空間における柱中間部の免震化工事を想定し比較を行う。図3,4に本工法とアンカー筋を利用した工法の概要図を示す。また、表2にその諸元を示す。アンカー筋を利用した工法の製作にあたり文献(8)を参照した。アンカー筋の降伏時を終局耐力とするため、本例ではアンカー筋の短期許容引張力の値をもっとも小さくし、かつコンクリートのコーン破壊による値がその1.2倍以上となるようにアンカー筋の本数と配置を決めた。また、終局耐力の算定に中立軸における曲げモーメントを利用し接合部のせん断力を求めた。

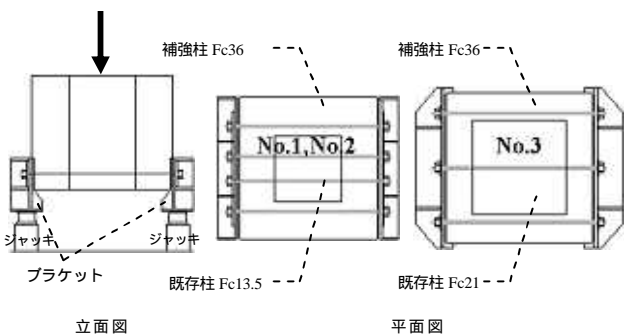


図3 本工法の試験体概要

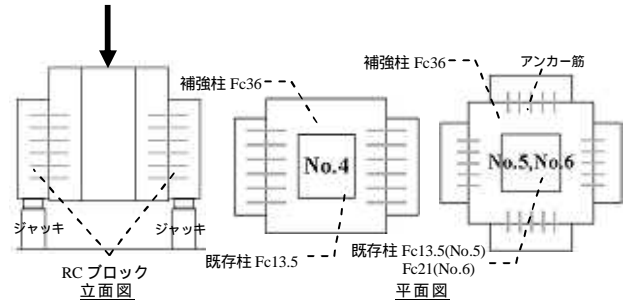


図4 アンカー筋を利用した工法

表2 試験設計の諸元

	本工法			アンカー筋を利用した工法		
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
既存柱断面(mm)	700×700	700×700	1000×1000	700×700	700×700	1000×1000
補強柱断面(mm)	1500×1500	1500×1500	1500×1500	1500×1500	1500×1500	1500×1500
高さ(mm)	1550	1550	1550	1600	1600	1600
コンクリート強度FC(N/mm ²)	既存部Fc13.5(No.1, No.2) 補強部Fc36			既存部Fc13.5(No.1, No.2) 補強部Fc36		
接合面形状W×H(mm)	1500×330	1500×330	1600×400	1080×1260	900×1260	1600×1260
接合面数	2	2	2	2	4	4
PC鋼材/アンカー筋	PC鋼より線(SEE工法 F型ケーブル)			アンカー筋 D16(SD345)		
本数	4	4	6	72	120	216
載荷荷重P(kN)	5913	9846	17602	5982	9968	17944
せん断応力度(N/mm ²)	6.4	10.4	9.86	2.19	2.19	2.23

図5に接合面面積と載荷軸力の関係を示す。荷重を増加させていくと、本工法における圧着接合面面積に比べアンカー筋を利用した工法は接合面面積が大幅に増加していくことがわかる。したがって高軸力を受ける柱の免震化を行う際、アンカー筋を利用した場合、大きな仮設が必要になると考えられる。これらにより、本工法は高軸力を受ける柱の免震化への適用性が高いことがわかる。

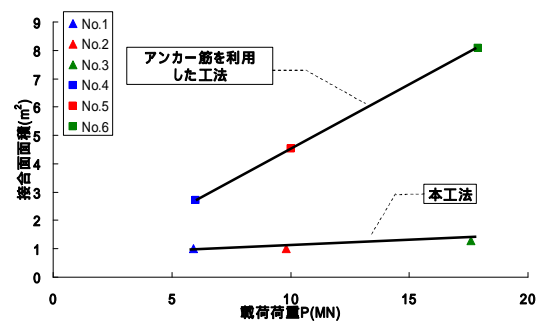


図5 接合面面積と載荷荷重の関係

4. まとめ

本研究で扱う工法の鉛直荷重支持性能を評価するため、既往工法との比較を行った。まず、載荷実験結果による鉛直荷重支持性能について本工法と既往工法の比較を行い、仮受けに使用されるブラケットをコンパクトにすることがわかった。また、アンカー筋により に分類される工法をモデル化し実施工を想定した比較により、高軸力を受ける柱の免震化において適用性が高いことを確認した。

参考文献

- 1) 専断(2016) 2016年度卒業論文国内の免震レトロフィット事例に関する基礎的研究
- 2) 橋本龍久(2015) 免震レトロフィット仮設工法の開発と実大実験に基づく鉛直軸方向性能の検証 日本建築学会論文集2015年4月号(掲載予定)
- 3) 江原隆(2014) 被災後の木造住宅の耐震補修と免震レトロフィット(その4) 荷重変形係数と鋼材の耐力 日本建築学会大会学術講演集B-2 pp.535-542(2015)
- 4) 宮内清昌, 毛井崇博, 藤村勝, 岩田昌之(2014) 既存建築物の免震改修における軸力仮受け架台の支持性能 コンクリート工学年次論文集V13 No.2 pp.1249-1254(2014)
- 5) 熊谷誠(2014) 免震レトロフィット工法における仮設工法に関する基礎的研究(その2) 建築部と構造 日本建築学会大会学術講演集B-2 pp.684-694(2014)
- 6) 西内亮二, 高木大樹(2014) 免震レトロフィット工法の開発と実大実験による免震化 - 国立国会図書館蔵書 免震レトロフィット - その3 各種免震日本建築学会大会学術講演集B-2 pp.565-566(2010)
- 7) 有田英樹, 山田久幸, 山田哲也(2014) 免震改修工事の軸力仮受け工法の開発 日本建築学会大会学術講演集C-2 pp.781-782(2014)
- 8) 日本建築学会(2014) 免震改修工事の軸力仮受け工法の開発 日本建築学会大会学術講演集C-2 pp.781-782(2014)