

突起付き鋳鉄製プレートとコンクリートの圧着接合面におけるせん断伝達に関する研究 (その1 実験概要)

コンクリート 鋳鉄製プレート 突起
PC 鋼棒 圧着接合 せん断伝達

正会員 ○佐藤宏貴*1 正会員 木下澄香*2
同 毎田悠承*3 同 坂田弘安*4
同 島崎和司*5 同 佐伯英一郎*6

1. 序

近年、コンクリート系構造物に鋼製部材を取り付ける需要が高まっている。例えばダンパーを取り付けた RC 骨組が挙げられ、その接合部には鋼製のガセットプレート（以下、G.PL）が用いられている。従来の鋼製 G.PL を用いたダンパー接合部は、想定した応力伝達を行うことができる程度のずれ変位に抑制するために、多くのスタッドボルトが必要であったり¹⁾、配筋が入り込む RC 柱梁接合部に G.PL を埋め込んだりしなければならず、設計や施工が困難になる問題がある。そこで本論文では、突起付き鋳鉄製プレートとコンクリート部材の圧着接合法を提案する。提案する接合方法を図 1 に示す。圧着接合により、摩擦が切れるまでは接合部にほとんどずれを生じさせず、ずれが生じた後は突起の支圧抵抗によりすべりが抑制され余裕度の高い接合部となる。また、鋳鉄は低い温度での鋳造作業が可能であり、複雑形状品を一体で大量製造することができる特長がある。鋳鉄は鋼よりも脆い性質があるが、この弱点を補った鋼と同等の強度を持つダクタイル鋳鉄(FCD 材)を用いる。本接合では、鋳鉄は弾性域内で用いることとする。

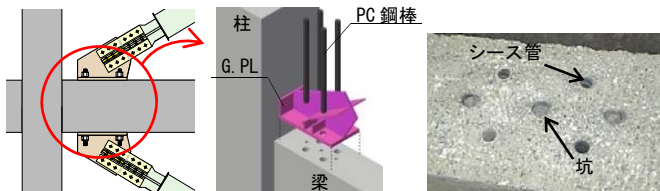


図1 接合方法

2. 実験計画

2.1. 試験体概要

試験体詳細を図2に、G.PLの突起部詳細を図3に、材料特性を表1に、試験体一覧を表2に示す。試験体はRC梁とG.PLからなる。梁断面は試設計された超高層RC建築物を対象として、実大の約1/2スケールを想定した²⁾。使用したモルタルは、養生不良により径50mm、高さ20mm程度の供試体しか試験できなかったが、87N/mm²以上の圧縮強度であることを確認した。G.PLに用いたFCD400（規格値：引張強さ400N/mm²以上、耐力250N/mm²、伸び18%以上）及びSS400（規格値：引張強さ400~510N/mm²、耐力235N/mm²、伸び21%以上）の材料試験は行っていない。

施工手順は、まずコンクリート部材に電動カッターなどで突起を挿入する坑を掘り込み、プレートが接触するコンクリート面には目荒らしを施す。坑に突起を挿入し、RC梁上面とG.PL底面のレベルを合わせてG.PLを設置する。RC梁の目荒らし部側面にモルタル用型枠を設置し、RC梁とG.PLの隙間にモルタルを流し込む。この時、PC鋼棒を通すためにRC梁に設置していたシース管内にはモルタルが流れ込まないような処理を施している。モルタル硬化

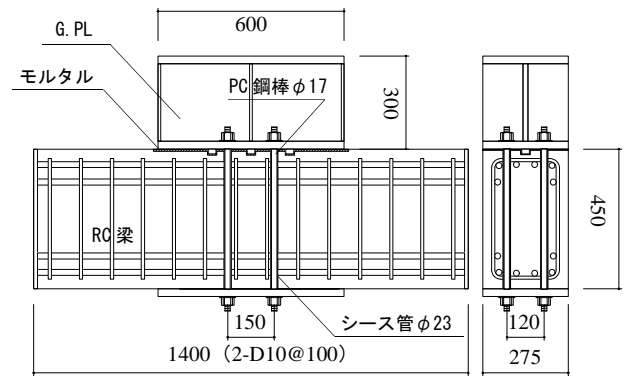


図2 試験体詳細 (単位[mm])

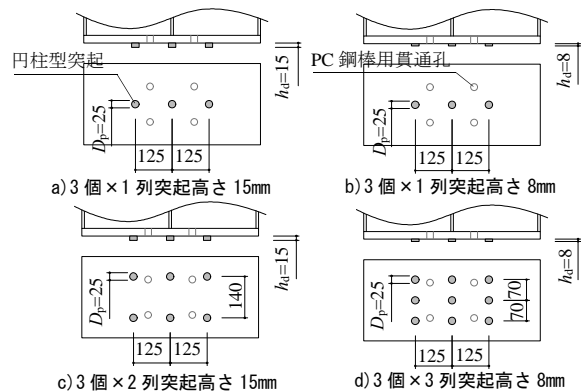


図3 G.P.Lの突起部詳細 (単位[mm])

表1 材料特性

	σ_y [N/mm ²]	σ_u [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	伸び [%]
梁主筋D19 (SD345)	402	577	189	22.0
あばら筋D10 (SD295A)	352	482	174	21.9

(σ_y : 降伏点, σ_u : 引張強さ, E_s : ヤング係数)

	σ_B [N/mm ²]	σ_T [N/mm ²]	E_c [N/mm ²]
コンクリート	40.5	3.4	3.06×10^4

(σ_B : 圧縮強度, σ_T : 引張強度, E_c : ヤング係数)

Experimental Study on Shear Transfer of Post-Tensioned Connection between Concrete and Cast Iron Plate with Shear-key
Part 1. Outline of Test

SATOU Hiroki, KINOSHITA Kiyoka, MAIDA Yusuke, SAKATA Hiroyasu, SIMAZAKI Kazushi and SAEKI Eiichiro

表 2 試験体詳細

試験体名	S0-0-0H	F0-0-0H	F3-15-0H	F3-15-5H	F3-15-8H	F3-15-5H+IV	F3-15-5H+HV	F3-8-5H	F6-15-5H	F9-8-5H	
梁	B×D[mm]										
	275×450										
	F _c [N/mm ²]										
	40.5										
主筋	上端										
	6-D19 (SD345)										
あばら筋	下端										
	6-D19 (SD345)										
2-D10@100 (SD295A) P _w =0.52%											
プレートの種類	SN400										
FCD400											
突起の数量	-			3個×1列				3個×2列		3個×3列	
突起の高さ[mm]	-			15				8		15	8
圧着力[kN]	535		20	535	763		535				
引張力[kN]	-										
設計耐力[kN]	214		141	355	446		210	535	-		
							271	141	289	495	439

※試験体名称 1. 種類：S…鋼，F…鉄 2. 突起：0…無，3…3×1列，6…3×2列，9…3×3列 3. 埋め込み深さ：0…無，15：15mm，8：8mm
4. 張力：0…ゼロ (20kN)，5…535kN，8…763kN 5. 荷重方向：H…水平，H+V…水平+引張力 6. 鉛直力：h…535kN，l…210kN

後、バックアップ材を巻いた PC 鋼棒をシース管中央に配置した。試験体は、G.PL の種類、突起の高さ、個数、圧着力、荷重方向をパラメータとした計 10 体とした。高さ $h_d=15\text{mm}$ 、直径 $D_p=25\text{mm}$ の円柱型の突起を用いた 3 個×1 列の配置を基準とした。また、突起部の角は鋳型ではピン角に近い状態で成形したが、抜型の際に若干の砂崩が生じ、最大で R1 の曲率面が生じている可能性がある。

2.2. 接合方法及び接合部の設計

使用するダンパーを、降伏耐力250kNの座屈拘束ブレース（以下、BRB）とし、BRBが降伏するまでを鉄-コンクリート間の摩擦抵抗に、接合部設計耐力までを突起の支圧に期待し接合部の設計を進める。想定するBRBの諸元を、心材鋼種はLY225、心材塑性化部断面積1111mm²とし、取り付け角度は31°（スパン6m×階高3.6m）とする。実降伏点のばらつき225+20N/mm²と塑性化部ひずみ $\epsilon_p=2.0\%$ における耐力上昇率1.5倍を乗じた接合部設計耐力 $N_{y_BRB_J}=(225+20)\times 1.5\times 1111=408\text{kN}$ のうち、250kNを摩擦抵抗に、158kNを突起の支圧に期待する。梁に取り付ける場合はそれぞれの水平成分である214kN、135kNに耐えうるよう設計する。また、この時の鉛直成分は210kNとなっている。各試験体の設計耐力は摩擦抵抗と突起の支圧耐力の累加とした。

【摩擦抵抗分 (214kN)】

a) せん断力のみ荷重の場合

鉄の表面粗さは鋼と同等であるため、鉄-コンクリート間の摩擦係数を鋼と同等の0.4³⁾とすると、必要な圧着力は535kNとなり、PC- $\phi 17$ (B種： $P_y=212\text{kN}$)を4本用いて0.63 P_y 程度導入した。また、圧着力を20kN (0.02 P_y)、763kN (0.9 P_y)とした試験体も準備した。

b) せん断力+せん断力に直交する引張力(以下、引張力)の荷重の場合

圧着力は535kNとし、鉛直成分を考慮した210kN、加えて圧着力と同じ535kNの引張力を与えた試験体を行った。

【突起部分の支圧分 (135kN)】

突起1個分の支圧耐力 q_p を、文献4)より算出すると、高さ15mmの突起では46.9kNとなる。突起高さ8mmの試験体と3個×2列、3個×3列の試験体も用意した。高さ8mmの突起1個分では25.0kNとなる。全ての突起配置において支圧抵抗の範囲が重ならないよう設計した。

2.3. 荷重・計測

試験体セットアップを図4に示す。水平アクチュエータで治具を介してG.PL-コンクリート接合面に純せん断力を作用させた。加力サイクルは20kN、表2下段に示す設計耐力の1/3、2/3、1、1.5、2倍の荷重において正負交番加力を3サイクル行い、それでも耐力が低下しない場合は引き切りで単調荷重を行った。鉛直方向は、鉛直アクチュエータを荷重制御し、せん断力に直交する引張力を与えながらせん断力を荷重させた。計測はRC梁とG.PLの相対水平変位、相対鉛直変位をそれぞれ4箇所ずつ計測した。

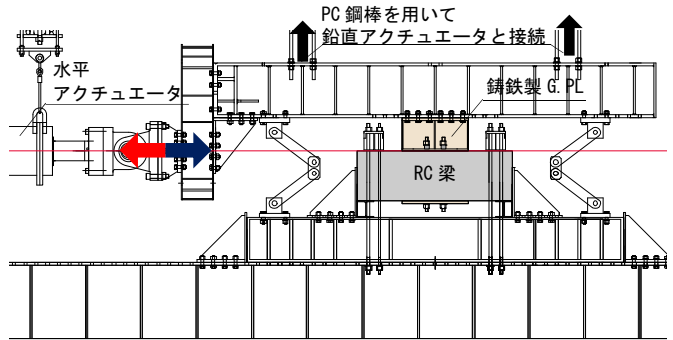


図 4 試験体セットアップ

3. 結

本報(その1)では実験概要を示した。

【参考文献】

1) 久木田真一ほか：鋼管ブレースを使用した既存 RC 造建築物の耐震補強工法に関する実験的研究，日本建築学会学術講演梗概集，2001.7～2004.7
2) 菊田繁美ほか：長周期地震動を受ける RC 超高層建築物の構造性能 その10 日本建築学会大会学術講演梗概集C-2 分冊，pp.729-730，2010.9
3) 日本建築学会：鋼コンクリート構造接合部の応力伝達と抵抗機構，2011.2
4) 高瀬裕也ほか：コンクリート系構造物の耐震補強に用いる高いせん断力と剛性を持つ新たな接合要素のせん断抵抗性能の基礎的検証，日本建築学会構造系論文集，pp.1733-1735，2012.11

*1 神奈川大学工学部 技術員・修士 (工学)
*2 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻 修士課程 大学院生
*3 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻 助教・博士 (工学)
*4 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻 教授・工博
*5 神奈川大学工学部建築学科 教授・博士 (工学)
*6 日之出水道機器 企業戦略企画室 取締役・博士 (工学)

Technician, Kanagawa University, M. Eng.
Graduate Student, Dept. of Arch. and Build. Eng., Tokyo Tech
Assistant Prof., Dept. of Arch., Chiba University, Dr. Eng.
Prof., Dept. of Arch. and Build. Eng., Tokyo Tech, Dr. Eng.
Prof., Dept. of Arch. and Build. Eng., Kanagawa University, Dr. Eng.
Hinosuidokiki Co., Ltd. Dr. Eng.