

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 小さい変形領域で高い最大耐力を発揮する高性能接合部材を用いた間接接合機構の開発		
1. 技術開発のあらまし			
(1) 概要 制震構法による旧耐震建築物の耐震補強推進を目的に、比較的小さい変形領域で最大耐力を発揮し、かつ高い接合耐力を有する高性能接合部材を用いた間接接合技術の開発を行う。 また、SRC 造構造物は、内臓鉄骨までのコンクリートのかぶり深さに限界があり、接合部材に長い埋め込み深さを確保することが困難であることから、短い埋め込み深さで高い接合耐力を発揮する必要がある。そこで、RC 造に加え SRC 造の建築物の耐震補強に適用できるように、埋め込み型ディスクとアンカーボルトを併用した複合型接合部材を開発した。埋め込み型ディスクにより広い支圧面積を確保し、大きなせん断抵抗力を発揮させる。アンカーボルトには、埋め込み型ディスクの転倒を抑制させる役割を与え、最大耐力発揮後の脆性的破壊を抑制した。また、アンカーボルトには先端拡張機能を付与し、施工の省力化、安全化をはかった。 接合部材に高い接合耐力を保有させることにより、施工数量の低減を図り、施工の煩雑さおよび騒音・振動環境の改善を達成した。			
(2) 実施期間 平成 21 年度～平成 22 年度			
(3) 技術開発に係った経費			
平成 21 年度 技術開発に関わった経費	17,550 千円	補助金の額	8,775 千円
平成 22 年度 技術開発に関わった経費	26,000 千円	補助金の額	13,000 千円
合計	43,550 千円	補助金の額	21,775 千円
(4) 技術開発の構成員 飛島建設株式会社 株式会社大本組 サンコーテクノ株式会社			
(5) 取得した特許及び発表した論文等			
取得した特許 特許取得済 なし 申請中 1 件			
発表した論文（発表前含む）			
1. 平成 23 年 8 月 2011 年度日本建築学会大会（飛島建設(株) 池田隆明、他） 鋼製ディスクとアンカーボルトを併用した耐震改修用接合部材の開発、－その 1 接合部材の概要－			
2. 平成 23 年 8 月 2011 年度日本建築学会大会（サンコーテクノ(株) 佐藤貴志、他） 鋼製ディスクとアンカーボルトを併用した耐震改修用接合部材の開発、－その 2 単体基礎実験－			
3. 平成 23 年 8 月 2011 年度日本建築学会大会（(株)大本組 尾中敦義、他） 鋼製ディスクとアンカーボルトを併用した耐震改修用接合部材の開発、－その 3 間接接合部実験－			
4. 平成 23 年 8 月 2011 年度日本建築学会大会（飛島建設(株) 高瀬裕也、他） 鋼製ディスクとアンカーボルトを併用した耐震改修用接合部材の開発、－その 4 耐力評価式の構築－			

5. 平成 23 年 8 月 2011 年度日本建築学会大会 ((株)大本組 板谷秀彦、他)
アンカーボルト併用型鋼製シヤキーを用いた架構実験、－その 1 実験概要とその結果－
6. 平成 23 年 8 月 2011 年度日本建築学会大会 (飛島建設(株) 阿部隆英、他)
アンカーボルト併用型鋼製シヤキーを用いた架構実験、－その 2 補強架構耐力の評価方法－
7. 平成 23 年 9 月 第 15 回世界地震工学会議 (15WCEE) (飛島建設(株) 高瀬裕也、他)
Development of Shear-key Consisted of Steel Disk and Anchor Bolt for Seismic Retrofitting
(発表決定)

論文集

1. 日本建築学会構造系論文集 2012 年 11 月 第 77 巻 第 681 号 (飛島建設(株) 高瀬裕也、他)
コンクリート系構造物の耐震補強に用いる高いせん断耐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
(登載決定)

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

開発した埋め込み型ディスクとアンカーボルトを併用した複合型接合部材を用いた接合部材は以下の性能を発揮することが、単体基礎実験、接合部実験、架構実験から明らかにされた。

- ・アンカーボルトの埋め込み深さが長くなると最大せん断耐力も上昇する。
- ・コンクリート強度が増大すると、最大せん断耐力も上昇する。
- ・試験体幅が広がると最大せん断耐力も上昇する。
- ・間接接合部においてディスクの回転(転倒)は見られない。
- ・間接接合部によりディスクの回転(転倒)が拘束されることにより、最大耐力が高くなる。
- ・アンカーボルトの埋め込み深さを 90mm (実大換算) としても、安定的に抵抗力を発揮し、最大耐力は既存あと施工アンカー工法の 4~6 倍程度となった。
- ・本接合部材を用いても、既往のパンチングシア耐力の評価式以上の耐力が生じることが明らかとなった。
- ・二層架構実験により、曲げ力が卓越するような場所に本接合部材を配置しても、大きな引き抜けなどは見られず、高いせん断耐力を発揮することが分かった。

上記の結果は、ダボ抵抗を主たる抵抗力として、接合面に作用するせん断力に抵抗してきた既往のあと施工アンカー(接着系アンカーボルト)の接合メカニズムに対し、ディスク周囲の支圧耐力で抵抗するという新しい接合メカニズムの成立を証明することになる。また、アンカーボルトの定着力の期待しないことから、短い埋め込み深さで高い剛性、耐力の発揮を実現したことから、本技術は既存躯体と補強架構の新しい接合技術として、先導性が高いと考えられる。

(2) 技術開発の効率性

本技術開発の成果を確保するためには、耐震補強に関する設計・施工に関する経験と技術、接合部材の製造を含む高い技術が要求された。本技術開発の構成員はこれらの条件を相互に補間することが可能であり、適切な体制であったと考えられる。

また、開発期間は基本性能の把握に 1/2 年(平成 21 年度は加応募のため)、接合部材の性能評価に 1 年の計 1.5 年であり、先導技術開発の範囲として適切と考えられる。

(3) 実用化・市場化の状況

耐震補強が要求される建築物の状況は様々であり、補強架構の形状や種類、取り付け方法も異なる。また、既存建物のコンクリート強度や種類も多様である。このような全ての条件に満足するような技術開発を行うと、多大な時間と費用を要することから、平成 21~22 年度に実施した先導技術開発では、適用範囲を限定して開発を行った。そのため、平成 23 年度に自主

開発（構成員 3 社の共同研究）を行い、不足していた既存躯体のコンクリート種別（軽量コンクリート）と、コンクリート強度（低強度コンクリート）を適用範囲に含めた。

この自主開発により適用範囲が拡大し、当該技術の適用市場が拡大した。特に、SRC 造の建築物については、埋め込み深さの問題により耐震補強が進んでいないことから、今後適用案件数は増加することが期待される。

接合部材はサンコーテクノの製造ラインで作成することにより、生産体制面には不安は無い。

（４）技術開発の完成度、目標達成度

平成 21～22 年度の先導技術開発では、埋め込み型ディスクとアンカーボルトを組み合わせた複合型接合部材が、埋め込み型ディスクの支圧抵抗により、短い埋め込み深さで、高い剛性と耐力を発揮することが確認された。さらに、アンカーボルトによりディスクの回転（転倒）を抑制し、最大耐力発揮以降に脆性的な破壊を抑制することも明らかになった。その意味では、技術開発の完成度、目標達成度ともに高いと考えられる。

一方、前述のように、開発期間、費用の関係で耐震補強の条件を限定したため、既存躯体のコンクリート種類は普通コンクリートに限定され、強度も 13.5N/mm^2 以上が必要であった。そのため、平成 23 年度に適用範囲の拡大を自主開発で行い、ほぼ全ての旧耐震補強建物に適用可能な技術に向上させている。

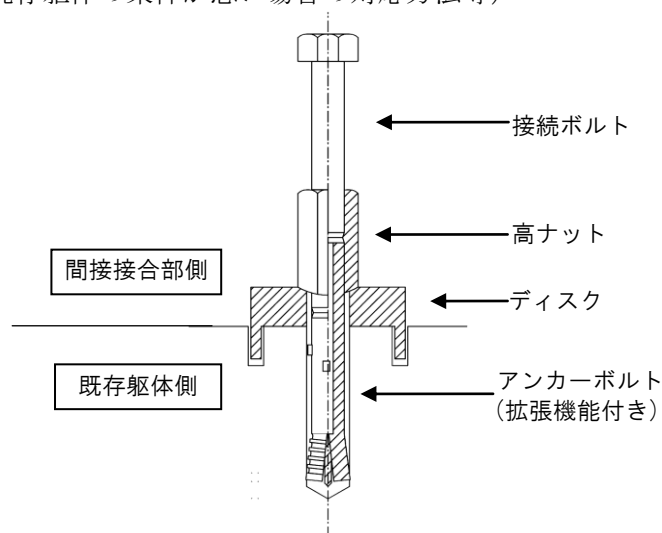
（５）技術開発に関する結果

・ 成功点

- 1)埋め込み型ディスクとアンカーボルトを併用した複合型接合部材の開発
- 2)上記接合部材を用いた間接接合工法の開発

・ 残された課題

- 1)耐震壁に関する適用性（増し打ち壁、開口を有する壁）
※技術開発では対象とする接合架構を鉄骨枠付き補強架構とした
- 2)施工技術（天井施工、狭い場所での施工）
- 3)施工対応（既存躯体の条件が悪い場合の対応方法等）



図埋め込み型ディスクとアンカーボルトを併用した複合型接合部材

3. 対応方針

（１）今後の見通し

本技術が得意とする SRC 造建物のような埋め込み深さが十分確保できない建築物の耐震補強を中心に施工事例を積み重ね、施工技術の改良改善を行うとともに、既存躯体の状況に柔軟に対応できる技術に向上させていく必要がある。