

I - A195 ボルト・接着剤併用せん断継手の接着面性状の相違による強度変化

法政大学大学院 学生会員 嶋澤俊之

法政大学工学部 フェロー 山下清明

石川島播磨重工業 正会員 杉崎 守

1.はじめに

橋梁システムにおける設計・施工の合理化の 1 つのポイントである合成桁のずれ止め部分に着目し、高力ボルトとエポキシ系接着剤を併用したせん断継手構造の力学的挙動の解明を、簡略化したせん断試験供試体による実験を中心として進めている。これまでの成果^{1)~3)}により、従来のスタッド継手に比べ静的せん断応力において有利である可能性、締付応力と静的破壊せん断応力がほぼ線形的な関係にあること、静的破壊せん断応力の 50%までの応力範囲で 200 万回以上の繰返載荷試験に耐えることが確認されている。このことより、本せん断継手は一定の条件の下では強度面において十分に実用に耐えうると予想されている。

本研究では、継手の破壊が接着剤と鋼板表面のプライマー層で発生していることに注目し、破壊面となる鋼板面の状態を変化させることにより、破壊せん断強度がどのような影響を受けるかを静的載荷試験により検討する。

2.実験概要

(1)供試体 本実験の供試体は、これまでの実験対象形状のうち Type-C(Tab.1、Fig1)の 1 種類で、接着面での接着面積 1000cm^2 、接着面での締付応力 2.0MPa である。

接着面性状は、接着層と接触する鋼板面の性状が異なる①鋼板面プライマー層残留型(以下,CPA)、②鋼板面プライマー層除去型(以下,CPN)、③鋼板面発錆型(以下,CRA)の 3 タイプである。なお鋼板は、CPA は出荷時の状態のまま長曝型ウォッシュプライマーで表面塗装されたもの、CPN はプライマーをアセトンにより完全に除去し鋼板面を剥き出しにしたもの、CRA は同様に鋼板面を剥き出しにした後に、屋外に放置し雨水および大気中の下で均一に発錆させたものを使用した。また、接着剤はエポキシ系接着剤と細骨材を混練りしたエポキシモルタルを使用した。施工時はそれを 5mm 厚に保ちコンクリートと鋼板を接着したが、均一な接着面積を得られない事例もあった。

(2)載荷、計測方法 変位制御による載荷方法を採用した。試験機のラムスピードをほぼ一定(1mm/min)に保ち鋼板上端に強制変位を与えた。

本実験においては①載荷荷重、②せん断ずれ変位量(D1~D8)、③締付ボルト軸力(T1~T2)、④控え治具との押付ボルト(S1~S4)、について計測した。計測は、載荷開始から静ひずみ測定器により約 1 秒ごとのインターバル計測を行っている。

なお、実験は供試体の接着面が剥がれた時点で終了した。

3.実験結果及び検討

載荷時のせん断ずれ変位量と締付ボルト軸力の変化は、3 タイプにおいて大きな違いは認められなかった。

供試体の接着面積、破壊荷重、実際の接着面積により計算した実面積換算破壊応力値、これまでの実験に

キーワード：せん断継手、接着剤、合成構造

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 TEL：042-387-6293

Tab.1 供試体寸法 (単位 mm)

	コンクリートブロック $B_c \times T_c \times H_c$	鋼板 $B_s \times T_s \times H_s$
Type-C	400 × 150 × 550	200 × 25 × 600

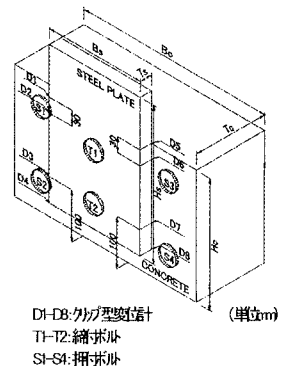


Fig.1 供試体図

より得られている CPA の締付-破壊せん断応力推定直線により推定した公称面積換算破壊応力値を Tab.2 に示す。

Tab.2 破壊応力

供試体名	接着面積 cm ²	締付応力 Mpa	破壊荷重 N	実面積換算		公称面積換算	
				破壊応力 Mpa	理論応力 Mpa	破壊応力 Mpa	推定破壊 応力 Mpa
CPA1	870	2.3	862	9.9	8.3	9.5	8.0
CPA2	1000	2.0	832	8.3	8.0	8.3	
CPN1	1000	2.0	860	8.6	8.0	8.6	
CPN2	440	4.6	396	9.0	11.1	5.9	
CPN3	500	4.0	659	13.1	10.4	10.7	
CPN4	1000	2.0	922	9.2	8.0	9.2	
CRA1	1000	2.0	411	4.1	8.0	4.1	
CRA2	700	2.7	407	5.8	9.0	4.8	
CRA3	1000	2.0	522	5.2	8.0	5.2	
CRA4	1000	2.0	354	3.5	8.0	3.5	

(1)破壊せん断応力 全面積換算破壊せん断応力(以下、破壊応力)について比較、検討する。

プライマー層のある CPA は、平均で推定破壊応力を約 11%上回る結果となった。プライマー層を除去した CPN は、接着面積が十分実現できなかった CPN2、3 を除く 2 体において、平均で推定破壊応力を約 12%上回る結果となった。除外した CPN2、3 の供試体においては、接着面積がほぼ等しかったが破壊応力に 2 倍程度の差が出た。接着面の分布状況を比較したところ CPN3 は接触圧が効くと思われるボルト周辺部で多く接着していたのに対し、CPN2 は全体的に分布していたためと思われる。

鋼板面を発錆させた CRA は、4 体とも強度が低下し、平均で推定破壊応力を約 45%下回る結果となった。

(2)破断面の性状 すべての供試体でほぼ全面にわたり鋼板面とエポキシモルタルの境界面で破壊していて、エポキシモルタルとコンクリート境界面での破壊は少なかった。CPA はエポキシモルタル側の破断面がプライマーの一部が附着したと思われる緑色に変色していた。CPN はエポキシモルタル側の破断面は変色しておらず、鋼板面側の破断面に薄っすらと白い粉のようなものが附着していた。これは、エポキシモルタルの表面のエポキシ系接着剤が附着したものと思われ、鋼板とエポキシモルタルの間のエポキシ系接着剤層で破壊していると思われる。CRA はエポキシモルタル側の破断面は赤褐色に変色し、鋼板面側の破断面は錆がほぼ剥離している。これにより、破壊が錆層の鋼板面側で破壊しているのではないかとと思われる。また、エポキシモルタル側破断面のボルト周辺部半径 5cm の範囲において、錆の付着性状が異なっていることが分かった。これは、これまでにボルト周辺部の締付応力が中央付近などと比べ著しく大きいことが分かっており、このことが関係しているのではないかとと思われる。

4.まとめ

プライマー層を温存したケースと、除去したケースでは破壊応力に差がみられず、これまでに得られている推定直線で破壊応力はほぼ推定できると考えられる。

プライマー除去後発錆させたケースでは、破壊応力が著しく低下し、前者と比較して 50%程度以下の強度しか得られなかった。これは鋼板面とエポキシモルタルの接着層に原因があると思われ、本継手を実用化するに際し施工方法等の工夫により解決すべき問題として注意しなければならないことがわかった。

本実験にあたり、法政大学工学部土木工学科の大橋庸之輔氏、鈴木織恵氏、法政大学大学院工学研究科建設工学専攻の井出史進氏の協力を得たことを記し謝意を表する。

参考文献:1)中林、山下、田島 ボルト・接着剤併用せん断継手に関する実験 土木学会第52回年次学術講演会概要集 1997
 2)杉崎、中林、松本、山下 ボルト・接着剤併用せん断継手の設計への適用試案 土木学会第52回年次学術講演会概要集 1997
 3)山下、杉崎、田島 ボルト・接着剤併用せん断継手の繰返載荷実験 土木学会第53回年次学術講演会概要集 1998