

I - A146

ボルト・接着剤併用せん断継手の繰返載荷実験

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
 田島橋梁構造研究所 正会員 田島二郎

1. はじめに

合成桁の設計・施工上での合理化・省力化ポイントの一つとして、プレハブ床版使用時の鋼桁フランジとの接合部継手構造がある。既報¹⁾では、現場打設床版での主流であるスタッドに代わり、高力ボルトとエポキシ系接着剤を併用した継手構造を提案し、単純にモデル化した試験体に対して静的せん断強度試験を行っている。その結果、(a)破壊せん断応力は接着面での締付応力に関係しほぼ線形的な関係がある。(b)締付応力がない場合にも一定のせん断強度が期待できる。(c)接着剤に細骨材を混練りした施工上有利と考えられるエポキシモルタルを使用した方がせん断強度が若干大きい、などが判明している。また、最終破壊にいたるまでの変形性状を踏まえて、この継手構造の合成桁設計への適用試案を報告した²⁾。

ここでは、前記と同じモデル化した試験体について、繰返荷重を与えた場合の実験結果について報告する。

2. 実験概要

試験体は、プレハブ床版と鋼桁上フランジの接合部をモデル化したコンクリートブロックと鋼板を、層厚 5mm のエポキシモルタルで接着し 2 本の高力ボルト(T1,T2)で締めつけて製作した(図-1)。試験体作成時に初期軸力 1ton/本、載荷実験開始時には設定した締付応力になるように再締付を行っている。接着面積は 400cm²(TypeA)と 1000cm²(typeC)の 2 種類である(表-1)。繰返荷重は鋼板上縁より疲労試験機により載荷する。押付けボルト(S1~S4)により試験体の鋼板部外側面を 10mm 厚のテフロン板を介して控金具に押し付け、繰返載荷時の摩擦力を軽減、転倒を防止した。締付応力は、先の報告の結果をもとに、手締めにて容易に導入できる締付応力 30kg/cm²を、作用応力範囲は、この締付応力に対応する破壊せん断応力(100kg/cm²)を推定式より求め、その 50%(50 kg/cm²)を基準とした。

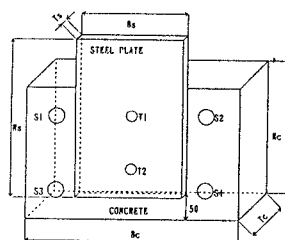


図-1 モデル化した試験体

表-1 試験体諸元

	TypeA	TypeC
Bs × Ts × Hs (mm)	400 × 150 × 250	400 × 150 × 550
Bc × Tc × Hc (mm)	200 × 25 × 300	200 × 25 × 600
締付ボルト間隔(mm)	100	400
接着面積 (cm ²)	400	1000

所定の繰返載荷を行っても破壊しない場合には、作用応力範囲の増加や締付応力の減少を試み、再度繰返載荷を継続し、同一の試験体での異なる条件のもとでの実験データを収集した。結果として、5 体の試験体についての 9 種の条件での実験となった。実験開始時および自動的な繰返載荷過程を一時中断して

静的荷重を作用させ、鋼板とコンクリートブロックのずれ、締付ボルトの軸力などの載荷回数に伴う変化を計測した。また、破壊した試験体について破断面の性状を調べた。

3. 実験結果および考察

5 体の試験体についての結果を表-2 に、また、応力範囲-載荷回数図を図-2 に示す。試験体 3 は作用応力範囲を、試験体 4 は締付応力を順次変化させ、各々 3 条件についての実験となっている。接合面が破壊した 3 つのケースは、いずれも TypeA での締付応力 5 kg/cm²、作用応力範囲 50 kg/cm² で発生した。これは、何らかの理由で接合面の締付応力が低下し、かつ、容易に手締めで達成できる締付応力により得られる破壊

継手、接着剤、ボルト、合成桁

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部土木工学科 TEL 0423-87-6273

せん断強度に、安全率2を考慮した応力が作用した場合に相当する。ちなみに、締付応力 5 kg/cm^2 に対しての推定破壊せん断応力は約 65 kg/cm^2 である。3 ケースでの破壊までの載荷回数は多少異なっているが、FA1-2-3 は低い締付応力で実験を開始したあとの累計 550 万回以上の載荷後であり、FA1-3 も異なる締付応力のもとではあるが 500 万回以上の載荷後であるので、それまでの履歴の影響とも考えられる。この実験条件に比して、より高い締付応力や低い作用応力範囲の実験条件では、200～300 万回の繰返載荷後も外見上の異常は見られなかった。

締付ボルト間隔が広く、締付応力分布が均一になりにくい TypeC については、試験機的能力から作用応力範囲を大きくできなかったが、推定破壊せん断応力の 40% 弱の応力範囲での 300 万回載荷では破壊しなかった。

繰返載荷過程途中での静的実験より得られたコンクリートブロックと鋼板のずれは、鋼板下端部で大きい傾向を示すが、応力範囲上限時の載荷でも 0.05 mm 程度以下であった。また、繰返回数に伴う変化はあまり見られなかった。

締付ボルト軸力の実験開始時までの養生期間中の当初締付軸力に対する低下比率は 5～10% 程度であった。

繰返載荷中での軸力変化は、締付応力など実験条件により多少異なるが 5% 程度の範囲にあった。図-3 に試験体 4 の例を示す。

破壊は、3 ケースとも鋼板に塗布されているプライマーとエポキシモルタルの接着面で発生し、接着面全域にわたって同様な性状を示していた。

4. まとめ

ボルト・接着剤併用継手を単純にモデル化した試験体に対し繰返載荷実験を行った。データ数は少ないが、手締めでも容易に達成できる締付応力 (30 kg/cm^2) での繰返荷重に対する強度は、静的な破壊せん断応力の 5 割以上であること、締付応力が低下した場合 (5 kg/cm^2) でも、推定される破壊せん断応力の 4 割程度は期待できことが分かった。また、繰返し載荷過程でのずれ変形は小さく変化も少ないこと、破断面は鋼板のプライマーとエポキシモルタルの接着面で起こることが分かった。

繰返載荷の影響を判断し設計に反映するには、接着方法など異なる条件のもとでのより多くのデータを集積する必要があるが、本継手構造の実用化の可能性は高い考えられる。

本実験にあたり、法政大学工学部土木工学科の井出史進君、向井孝司君、臼井誠君の協力を得たことを記し謝意を表する。

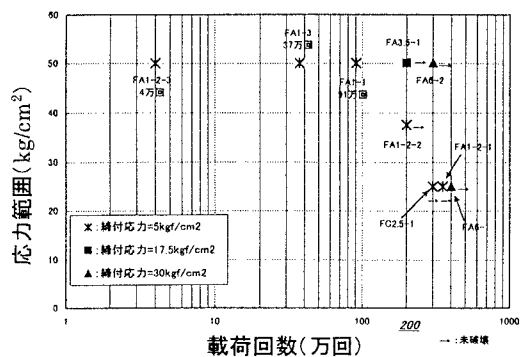
参考文献：

- 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

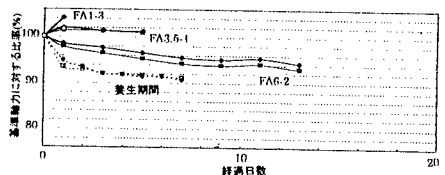
表—2 実験結果

試験体	実験名称	接着面積	締付応力	応力範囲	載荷回数
1	FA6-1	400	30	25	300
2	FA1-1	400	5	50	91*
3	FA1-2-1	400	5	25	350
	FA1-2-2	400	5	37.5	200
	FA1-2-3	400	5	50	3.6*
4	FA6-2	400	30	50	300
	FA3.5-1	400	17.5	50	200
	FA1-3	400	5	50	37*
5	FC2.5-1	1000	5	25	300

接着面積: cm^2 、締付応力、応力範囲: kg/cm^2 、回数: 万回。* は破壊。



図—2 応力範囲—載荷回数



図—3 締付ボルト軸力変動割合