

あて板補修に用いる不陸調整用エポキシ樹脂系接着剤の接着性能に関する基礎的実験

阪神高速道路技術センター 正会員 ○丹波 寛夫 大阪市立大学大学院 学生員 行藤 晋也
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司 阪神高速道路株式会社 正会員 飛ヶ谷 明人
 コニシ株式会社 正会員 堀井 久一

1. 研究背景および目的

鋼道路橋における鋼部材の腐食に対する補修方法として、高力ボルトを用いたあて板補修が挙げられる。あて板補修を行う場合、腐食により減肉した箇所、防食および不陸調整の目的でエポキシ樹脂等を充填することが多いが、エポキシ樹脂部がすべり耐力に与える影響について明確でない。そのため、エポキシ樹脂の接着力やエポキシ樹脂部に配置したボルト軸力に伴うすべり耐力の増加は、設計上考慮していない。そこで本研究では、あて板補修に用いる不陸調整用エポキシ樹脂系接着剤の基本性能の把握を目的に、接着長と接着幅の比をパラメータとして、2面せん断試験を行い、接着剤の破壊荷重とせん断強度および破壊形式を確認した。

2. 供試体

2.1 供試体の形状と寸法

供試体は図-1 に示す 2 面せん断供試体とし、12mm 厚の母板 2 枚を突き合わせて、12mm 厚の連結板で両側から挟んでいる。供試体の一覧を表-1 に示す。連結板幅（接着幅） B を 50mm で統一し、接着長 L を 25～200mm とし、接着長と接着幅の比 L/B をパラメータとした。鋼種は全て SS400（降伏点は平均で 316N/mm²）である。鋼材素地の表面処理方法または粗さの違いにより破壊形式が異なり、せん断強度に大きく影響を与える¹⁾ことから、すべての供試体（母板と連結板）の接着面のブラスト後の表面粗さを管理した。その結果、算術平均粗さ $Ra=10\sim13\mu m$ 、十点平均粗さ $Rz_{JIS}=50\sim55\mu m$ であった。供試体数はケース毎に 3 体ずつとし、比較のため JIS K 6850 に示された引張せん断接着強さ試験片を 5 体製作した。

2.2 接着剤の選定とその特性

鋼板同士の接着に用いられているエポキシ樹脂は種々あるが、本研究では、上向きや立向きの塗布が可能で、他の研究^{2),3)}においても使用されている 2 液混

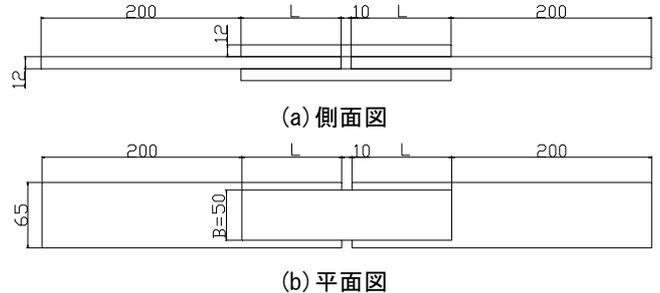


図-1 供試体の形状と寸法 (mm)

表-1 供試体一覧

接着長 L (mm)	接着幅 B (mm)	L/B	接着面積 (mm ²)	供試体 セット数	継手形状
25	50	0.5	2,500	3	2面せん断
50	50	1.0	5,000	3	2面せん断
75	50	1.5	7,500	3	2面せん断
100	50	2.0	10,000	3	2面せん断
125	50	2.5	12,500	3	2面せん断
150	50	3.0	15,000	3	2面せん断
200	50	4.0	20,000	3	2面せん断
12.5	25	0.5	313	5	1面せん断

※ JIS K 6850 に示された試験片

表-2 接着剤の基本性能

主剤	エポキシ樹脂
硬化剤	ポリアミドアミン（変性脂環式ポリアミン）
混合比	主剤：硬化剤=1：1（重量比）
混合後の状態	ペースト状
可使時間	50分/20℃, 30分/30℃
硬化時間	48時間/5℃, 12時間/40℃
引張強度	25MPa（20℃, 7日後）
せん断強度	24MPa（20℃, 7日後）
圧縮降伏強さ	53MPa（20℃, 7日後）
圧縮弾性係数	1200N/mm ²

合型のエポキシ樹脂系接着剤（製品名：E258）を用いた。使用した接着剤の特性を表-2 に示す。

2.3 供試体の製作

供試体の製作にあたっては、接着剤を塗布後、万力で締め付け、余剰な接着剤を排出させ、その状態のまま保管養生した。なお、保管箇所の気温が平均で 8.8℃とやや低かったため、接着剤を完全に硬化させるために、養生期間はおよそ 1 ヶ月間とした。

3. 静的載荷実験

載荷能力 1,000kN のアムスラー型万能試験機を用いて、載荷速度 0.1mm/min 程度で引張載荷した。



(a) L/B=0.5 (b) L/B=2.0

写真-1 破壊面の状況

表-2 実験結果一覧

L/B	供試体No	破壊荷重 (kN)	せん断強度 (N/mm ²)	平均破壊荷重 (kN)	平均せん断強度 (N/mm ²)
0.5	1	58.0	23.2	56.0	22.4
	2	54.5	21.8		
	3	55.5	22.2		
1.0	1	111.0	22.2	115.3	23.1
	2	118.5	23.7		
	3	116.5	23.3		
1.5	1	163.5	21.8	176.2	23.5
	2	187.5	25.0		
	3	177.5	23.7		
2.0	1	186.0	18.6	194.7	19.5
	2	193.0	19.3		
	3	205.0	20.5		
2.5	1	145.5	11.6	180.3	14.4
	2	184.0	14.7		
	3	211.5	16.9		
3.0	1	227.5	15.2	225.5	15.0
	2	215.0	14.3		
	3	234.0	15.6		
4.0	1	220.0	11.0	227.8	11.4
	2	236.0	11.8		
	3	227.5	11.4		
※ 0.5	1	9.2	28.3	8.5	27.3
	2	8.6	26.5		
	3	9.1	29.1		
	4	7.9	25.9		
	5	7.8	26.9		

4. 実験結果と考察

いずれの供試体も最大荷重に達すると同時に連結板が瞬時にはずれたため、以下では最大荷重を破壊荷重という。また、供試体の破壊形態は、主に写真-1に示すように接着剤の凝集破壊であったが、一部界面破壊の箇所も見られた。

実験結果の一覧を表-2に示す。なお、せん断強度は、破壊荷重を接着面積で除して算出している。破壊荷重とL/Bおよびせん断応力とL/Bの関係をそれぞれ図-2、3に示す。なお、両図には、同じ接着剤を用いて行われた2面せん断試験結果(文献2))も併せて示している。図-2より、破壊荷重は、L/Bの増加に伴い増加するが、線形的には増加せず、L/Bが大きくなると破壊荷重の増加幅が小さくなること分かる。また、同図に示した対数近似曲線の相関係数は0.97であり、破壊荷重とL/Bには高い相関が確認できる。

図-3より、L/Bの増加に伴い、せん断強度は線形的に減少していることが見られる。また、L/Bが0.5の場合の平均せん断強度は22.4N/mm²であり、JIS K 6850試験片の27.3 N/mm²に対して、約18%小さい値となった。これより、L/Bが同じでも供試体の大きさや形状

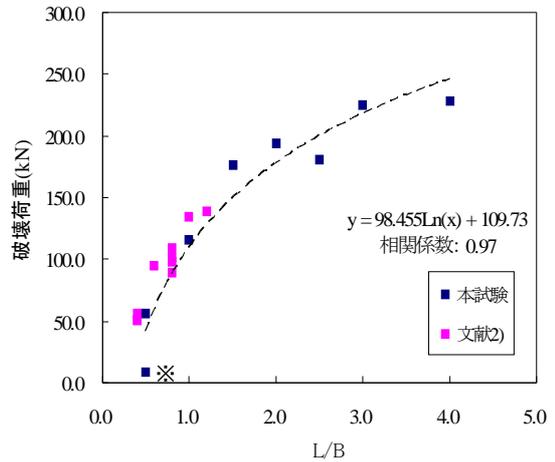


図-2 破壊荷重とL/Bの関係

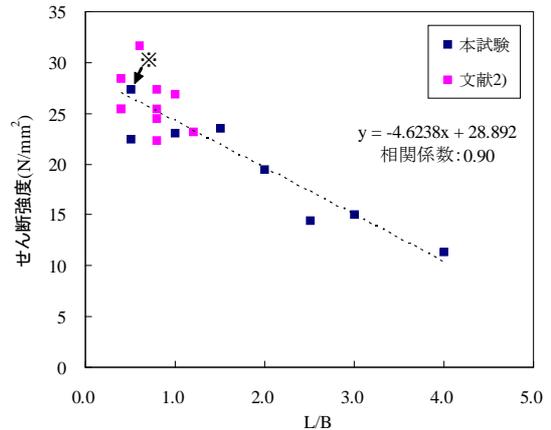


図-3 せん断強度とL/Bの関係

が異なると、せん断強度が変わることが分かった。

5. 結論

あて板補修に用いる不陸調整用エポキシ樹脂系接着剤の基本性能の把握を目的に、2面せん断試験を行った。得られた結論を以下に示す。

- 1) 破壊荷重は、L/Bの増加に伴い増加するが、L/Bが大きくなると破壊荷重の増加幅が小さくなる。
- 2) 破壊荷重とL/Bには高い相関があり、対数曲線で近似すると相関係数は0.97であった。
- 3) せん断強度はL/Bが大きくなるにつれて線形的に減少する。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物への接着接合の適用 - 接着接合研究小委員会報告 - ，1993.11
- 2) 藤野太一，岡崎太一郎，堀井久一，緑川光正，麻里哲広：鋼材の二面せん断接着継手に関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)，2012.9
- 3) 森下太陽，藤井堅，森田和也，堀井久一，中村秀治：腐食した鋼板の鋼板接着による性能回復，構造工学論文集 Vol.57A，2011.3