

腐食した鋼部材接合部の補強法に関する研究

広島工業大学	正会員	村中 昭典
三菱重工工事㈱	正会員	勝野 壽男
菱明技研㈱	正会員	梶本 勝也
広島工業大学	正会員	皆田 理

1. はじめに

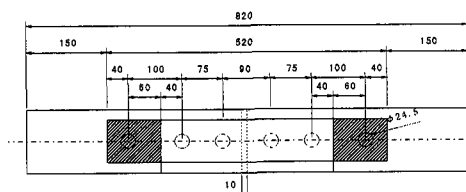
現在、道路橋と鉄道橋を合わせて約 65 万橋が供用されており点検、検査により損傷をできるだけ早期に発見し、適切な補修・補強を行う事は、安全な供用を確保する面から重要である。一般に鋼橋の損傷には大きく分けて疲労と腐食がある。これらの損傷は時間の経過とともに蓄積されるものである。また、高力ボルトの遅れ破壊や自然災害による損傷などについても鋼橋の寿命に影響を及ぼす要因である。本研究は鋼部材の高力ボルト摩擦接合部の腐食に起因した添接板、母材の板厚減少、ボルト軸力低下による耐荷力低下を供用下で仮受けを用いないで耐荷力の回復を行う補強工法開発の基礎的研究である。

2. 鋼橋の腐食損傷と原因

鋼道路橋の「腐食損傷」は橋梁形式を問わず、「床版ひび割れ損傷部や打継不良部の漏水」「伸縮装置や床版端部からの雨水の落下・漏水」が腐食原因全体の半数程度を占めている。たとえば、箱断面鋼部材においては、高力ボルト継手部からの雨水の浸入により桁内部に滞水が生じ腐食が発生した事例が多い。

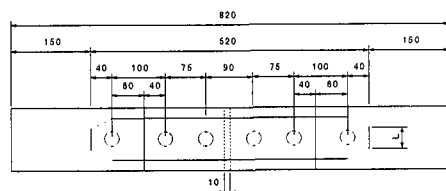
3. 試験要領

実橋の腐食した添接板補強を想定した、重ね板・フィラー、及び接着剤を用いた供試体を作製した。図-1に供試体の形状、及び寸法を示す。使用鋼板はSS400、鋼板表面にはブラスト処理を施した。ボルトにはS10T・M22のトルシア型ボルトを使用した。接着剤はエポキシ樹脂系でせん断強度17.64(MPa)を用いた。供試体は室内に1週間以上養生させた後、引張試験を実施した。図-2にひずみゲージの貼付例を示す。また、実橋においては供用中ボルトを抜き取るため、安全性を確認する必要がある。そこで、図-3に示すような供試体を作製して、一定荷重下におけるボルト撤去実験を行った。試験方法は供試体に490KNの引張荷重を载荷しながら1・5列、2・4列、3列の順にボルトの抜き取りと再締めを行い、継手内での荷重分担の傾向を把握する。



単位(mm)

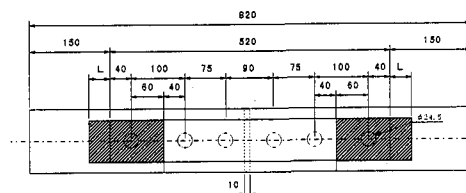
Fタイプ（接着剤なし） Gタイプ（接着剤塗布）



Hタイプ（L=40） Iタイプ（L=60）



F, G, H, Iタイプの側面図



Jタイプ（L=20） Kタイプ（L=40）

図-1 供試体の形状、及び寸法

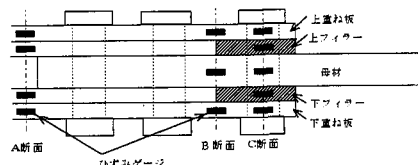


図-2 ゲージの貼付位置（供試体側面図）

4. 試験結果及び考察

表-1に引張試験の結果を示す。同表より、各供試体のすべり係数は、道路橋示方書で規定されている $\mu=0.40$ を超えているため、安全上問題はない。次に表-2は図-2に示す継手各断面の荷重分担率を示す。

A断面：A断面においては全供試体とも、重ね板と添接板の荷重分担率が計算値とほぼ同じであるため、断面積比になっているといえる。このことから重ね板の断面積分、添接板の荷重が軽減されている。よって、重ね板は補強法の1つとして大きな効果が期待される。

B断面：接着剤を塗布したG～Kタイプは、母材の荷重分担率が計算値を10%～18%程度下回っており、上下重ね板は計算値を6%～10%程度上回っていることが分かる。

重ね板はC断面の重ね板とフィラーの断面積(11.87%+13.18%)分負担していると考えられる。これは接着剤によって、フィラーと重ね板が一体化したためフィラーの荷重が重ね板に流れたためと思われる。フィラーを挿入していない供試体に比べるとC断面からB断面にかけて重ね板にかかっている荷重分担率が高くなっている。これはフィラーによって荷重が重ね板に早く流れているためで、フィラーの効果は期待できる。このことからフィラーと接着剤の効果により母材の分担荷重が軽減されたといえる。

C断面：F～Kタイプは、母材の荷重分担率が75%～88%である。同分担率は、計算値49.9%を大幅に上回っており、C断面付近のフィラー、重ね板に荷重が伝達されていないことが分かる。また、G～KタイプはFタイプと比べると接着剤の塗布により母材の分担荷重が軽減されており、接着剤の効果が見られる。

表-3にボルト撤去実験結果を示す。同表はSTEP1、STEP2、STEP3におけるボルト一列当たりの荷重分担率(計算値・実測値)を示したものである。同表より、ボルト撤去時、そのボルト列が負担していた荷重を残りのボルト列で均等に荷重分担させるには継手群重心線上のボルト列から行い、外側へ順に行っていけばよいと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた主な結論は、以下のとおりである。

- ① 重ね板による補強は高力ボルトのみでも問題ないが、接着剤を併用すると添接板が一体となり、使用しない場合に比べ添接板への荷重伝達がスムーズになる。
- ② フィラーを使用することでフィラー直下の母材の応力度を低減できる。
- ③ フィラーの長さ及び形状(面取り)を変えても荷重分担率は変わらない。
- ④ 実工事においては継手群重心線上のボルト列からボルト撤去・再締めを行う工法が適当と考えられる。

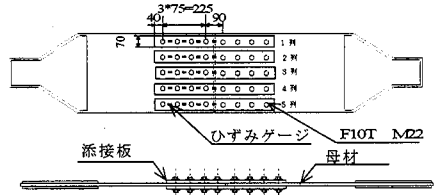


図-3 供試体の形状及びゲージ貼付位置

表-1 引張試験結果

供試体	Fタイプ	Gタイプ	Hタイプ	Iタイプ	Jタイプ	Kタイプ
すべり荷重(KN)	688	663	669	648	677	655
すべり係数(μ)	0.53	0.51	0.51	0.49	0.52	0.50

表-2 荷重分担表

単位(%)

A断面	Fタイプ	Gタイプ	Hタイプ	Iタイプ	Jタイプ	Kタイプ	計算値
上重ね板	23.32	21.06	21.80	21.43	14.63	20.05	18.75
上添接板	27.91	35.22	37.33	29.45	37.97	29.40	31.25
下添接板	31.69	27.55	25.72	28.62	35.63	34.28	31.25
下重ね板	17.08	16.16	15.15	20.50	11.78	16.27	18.75
B断面	Fタイプ	Gタイプ	Hタイプ	Iタイプ	Jタイプ	Kタイプ	計算値
上重ね板	17.84	26.30	24.12	25.34	23.83	23.25	17.65
母材	67.03	48.28	48.52	46.13	50.10	50.70	64.71
下重ね板	15.13	25.42	27.36	28.52	26.08	26.05	17.65
C断面	Fタイプ	Gタイプ	Hタイプ	Iタイプ	Jタイプ	Kタイプ	計算値
上重ね板	4.85	2.19	4.50	3.38	2.21	1.67	11.87
上フィラー	-1.01	5.31	6.14	7.27	3.31	6.80	13.18
母材	88.90	82.65	77.97	77.67	78.57	74.64	49.90
下フィラー	2.23	9.61	8.73	8.16	12.51	5.90	13.18
下重ね板	5.01	0.24	2.65	3.52	3.41	5.90	11.87

表-3 荷重分担率

単位(%)

ボルト列	撤去前	STEP1		STEP2		STEP3	
	1列当たり (%)	1, 5列撤去 計算値	測定値	2, 4列撤去 計算値	測定値	3列撤去 計算値	測定値
1列	20	0	0	30	30.5	20	25.6
2列	20	40	33.4	0	0	30	24.3
3列	20	20	33.6	40	38.2	0	0
4列	20	40	33	0	0	30	23.8
5列	20	0	0	30	31.3	20	26.3
合計	100	100	100	100	100	100	100

ボルト列	撤去前	STEP1		STEP2		STEP3	
	1列当たり (%)	3列撤去 計算値	測定値	2, 4列撤去 計算値	測定値	1, 5列撤去 計算値	測定値
1列	20	20	24.7	30	33.7	0	0
2列	20	30	25.3	0	0	40	33.4
3列	20	0	0	40	32.1	20	34.8
4列	20	30	25.4	0	0	40	31.8
5列	20	20	24.8	30	34.2	0	0
合計	100	100	100	100	100	100	100