

I-A219 疲労強度を向上させたカバープレート形状の提案

日本道路公団 正員 ○香川 直輝 NKK 正員 中村 哲也
NKK 非会員 伊藤 久 名古屋大学大学院 正員 山田健太郎*
名古屋大学大学院 正員 貝沼 重信*

1. はじめに カバープレート溶接継手は、主にプレートガーダー橋の曲げ剛性を高めるためや損傷断面を補強するために用いられる。カバープレート端の前面すみ肉溶接部が剛性の急変部となるため Fig.1 に示すような疲労損傷が報告されている。したがって、疲労強度を向上させる効果的なカバープレートの形状を明らかにする必要がある。本研究ではカバープレートに板厚および板幅方向にテーパを付けることで剛性の急変を減少させ、疲労強度を向上させることを目的として、カバープレートを有する I 桁試験体の疲労試験、およびカバープレートの諸寸法を変化させたパラメトリックな有限要素応力解析を行った。

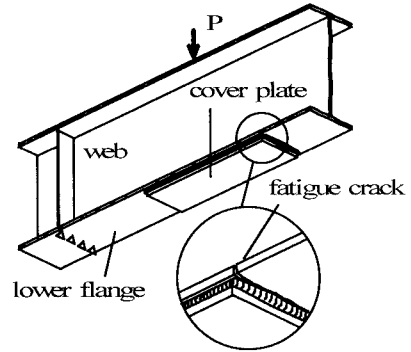


Fig.1 Example of fatigue cracks

2. 試験体 試験体の形状および寸法を Fig.2 に示す。試験体はプレートガーダー橋の下フランジにカバープレートを取付けた状態をモデル化した 3 点曲げ試験体である。なお、各試験桁で 4 点のデータを得るために、カバープレートは各試験桁に 2 枚取付けた。カバープレート端の形状および溶接条件を Table 1 に示す。カバープレートの形状は、通常の矩形タイプ (N タイプ)、道路橋示方書タイプ (S タイプ)、板厚テーパタイプ (T タイプ)、および板幅・板厚テーパタイプ (W タイプ) の計 4 種類とした。なお、S タイプの全てと、T タイプ、W タイプの一部では、溶接止端部をグラインダー仕上げした。

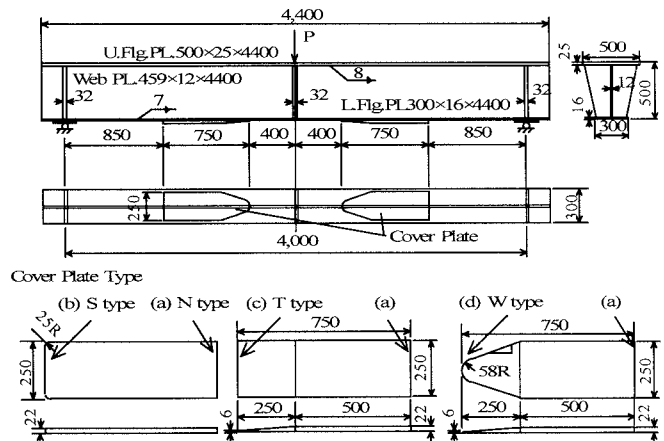


Fig.2 The beam and cover plate end details

Table 1 Type of cover plate details

cover plate type	welded details		grinding	specimen
	leg length (mm)	welding position*1		
N type	9×9	H	○	NEHG
		O	-	NEH
	9×18	H	○	NEG
		O	-	NE
S type	9×18	O	○	NH
T type	6×12	O	-	N
W type	6×12	O	○	SG
			-	T
			○	WG
			-	W

*1 H : Flat, O : Overhead

3. 疲労試験 疲労試験は、応力比を約 0.1 とした一定振幅荷重下で試験体に曲げを与えることで行った。なお、4 ヶ所の着目点うちいずれか 1 ヶ所が破断した場合は、添接補強を行ない試験を続行した。試験終了時の破断状況のスケッチを Fig.3 に示す。N タイプでは、溶接止端部から発生した複数個のき裂が溶接線に沿って進展し比較的早期に合体するが、W タイプでは、き裂が溶接線に沿わずに進展した後階段状に合体するため、き裂の進展寿命が長くなると思われる。Fig.4 に試験結果および過去の試験データを示す。本試験結果の応力範囲 $\Delta \sigma$ は、載荷荷重より梁理論を用いて計算した公称応力から決定

キーワード：カバープレート溶接継手、板幅・板厚テーパ、疲労強度向上

* 〒464-8603 名古屋市中種区不老町 Tel. 052-789-5690, Fax. 052-789-3738

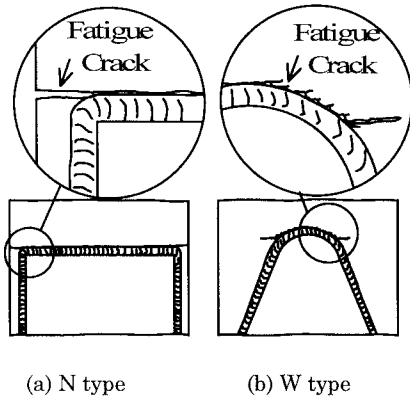


Fig. 3 Typical fracture type

している。図中の実線は、日本鋼構造協会 (JSSC) の疲労設計指針の強度等級である。破断寿命 N_f は、前面すみ肉溶接止端部から発生した亀裂が下フランジを板厚方向に貫通するまでの繰返し回数とする。過去の疲労試験結果は、JSSC のカバープレート溶接継手 (長さ 300 mm 以上、非仕上げ) の G 等級を満たしている。それに対して、N タイプの脚長 9×9 mm で G 等級以下、 9×18 mm で G 等級程度となっている。これは、カバープレート幅が 300 mm と過去の試験体に比べて広いこと等が原因と思われる。また、溶接姿勢が疲労強度に及ぼす影響はほとんどみられない。S タイプは、止端仕上げにより F 等級となっている。T タイプは、そのテーパを有する形状による応力低減効果により非仕上げの状態で F 等級を満たしている。W タイプは、T タイプと同様な応力低減効果に加えて前述したき裂の進展挙動の違いによる影響で、さらに強度が向上したと思われる。また、W タイプで止端仕上げを行ったものについては D 等級を満たし、疲労強度が最も高くなっている。

4. カバープレート形状の提案

カバープレートの形状や溶接形状の違いなどが応力集中に与える影響と、板厚・板幅方向にテーパを付けたことによる応力低減効果を検討するために、パラメトリックな有限要素応力解析を行った。その結果、板厚方向にテーパ率 20 程度のテーパを付けることで、10% 程度の応力低減効果があることが分かった。また、その際に板幅方向のテーパを併用してもほとんど応力状態が変化しないことも明らかになった。そこで本研究では、疲労強度を向上させたカバープレート形状として、Fig. 5 に示すような板幅・板厚両方向にテーパを有する形状を提案する。カバープレート前面の R 部については図中に示すように溶接止端部のアンダーカット等の溶接欠陥を取り除く程度の仕上げを行う。

5. まとめ

- 1) W タイプで止端仕上げを行えば、D 等級程度まで疲労強度が向上した。
- 2) 板厚方向にテーパ率 20 程度のテーパを付けることで、応力集中部の発生応力が 10% 程度低減した。
- 3) 疲労き裂の進展挙動と現場での施工性を考慮したカバープレート形状を提案した。

参考文献 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂出版、1993。 2) John W. Fisher et al. : Effect of Weldments on the Fatigue Strength of Steel Beams, NCHRP report 102, Highway Research Board, 1970。

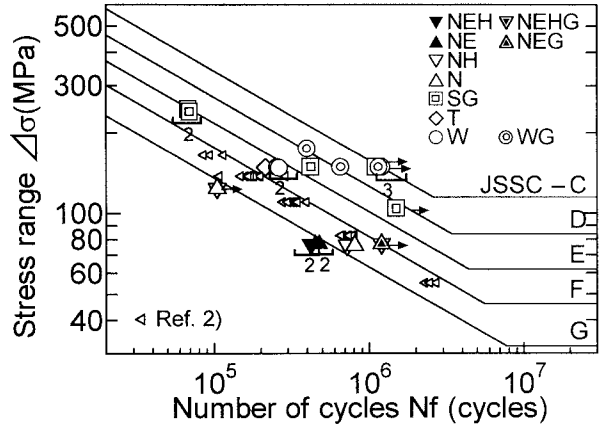


Fig. 4 Fatigue test results

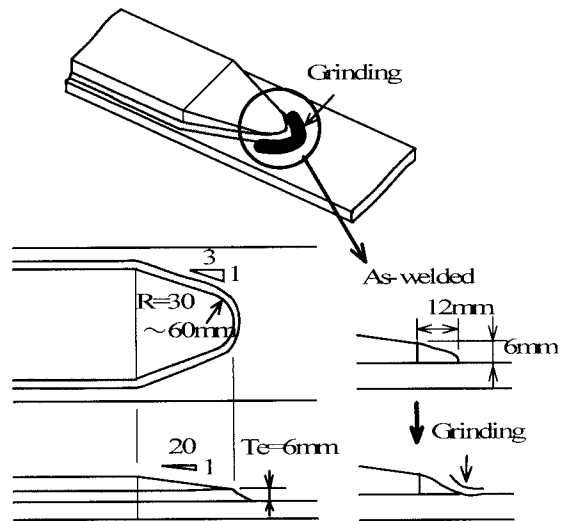


Fig. 5 Improved cover plate end detail