

支持部材形状の違いによる鋳鉄床版 - 主桁間の剛性を考慮したすべり係数の実験的検討

ヒノデホールディングス (株) 正会員 ○飛永 浩伸
 大阪市立大学大学院 学生員 白井 悠吾
 日之出水道機器 (株) 非会員 村山 稔

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 ヒノデホールディングス (株) 正会員 山下 良
 大阪市立大学大学院 学生員 松井 駿

1. 研究背景および研究目的

図 - 1 に示す鋳鉄床版 - 主桁間は、高力ボルト摩擦接合により接合され、摩擦力によって橋軸方向のせん断力に抵抗する。これまでの研究より、鋳鉄床版 - 主桁間における接合構造を再現した供試体で載荷実験を行ってきた結果^{1),2)}、鋳鉄床版 - 支持部材間で最初にすべりが発生することを明らかにした。また、接合面処理およびボルト軸力・本数が同等でも、支持部材形状によりすべり係数は異なることがわかったため、支持部材形状の影響をふまえた、鋳鉄床版 - 主桁間の剛性を考慮したすべり係数の検討方法が求められている。

本研究では、L型支持部材を用いた鋳鉄床版 - 主桁間の接合構造を対象とした載荷実験より、鋳鉄床版 - 主桁間の剛性を考慮したすべり係数の検討を行った。

2. 実験供試体および計測項目

実験供試体の形状を図 - 2、供試体の設計耐力を表 - 1 に示す。供試体は頭付きスタッドの押し抜きせん断試験³⁾を参考に作成し、主桁を模した H 型鋼、フィラープレート、支持部材、鋳鉄床版で構成され、中央に位置する H 型鋼を対象に、鋳鉄床版 - 主桁間の接合構造を再現している。また、鋳鉄床版 - 主桁間の接合面処理は全てブラスト処理を行った無機ジンク塗装面とした。L 型支持部材の寸法を図 - 3 に示す。

本研究では支持部材形状は L 型、鋳鉄床版接合部のボルト孔は長孔 ($\Phi 26.5 \times 45$) の供試体 (以下 L 長孔平) を対象とした。締付けは高力ボルト F10T (M22) の標準ボルト軸力を目標に行い、締付けから約 1 週間後に載荷を行っている。載荷装置は 2000kN の載荷試験機 (島津製作所) を使用し、載荷速度は 1kN/s 程度で増加するように調整した。

計測項目は荷重および鋳鉄床版 - 主桁間の相対変位とし、図 - 4 に示す相対変位計測位置より、鋳鉄床版 - 支持部材間および鋳鉄床版 - 主桁間の相対変位を計測した。

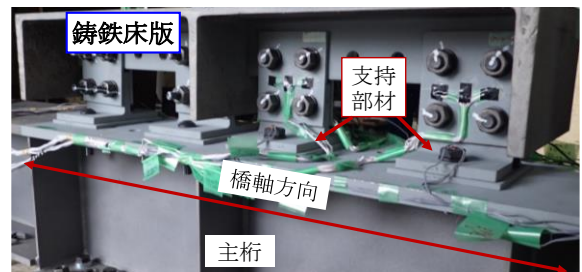


図 - 1 鋳鉄床版と主桁の接合構造

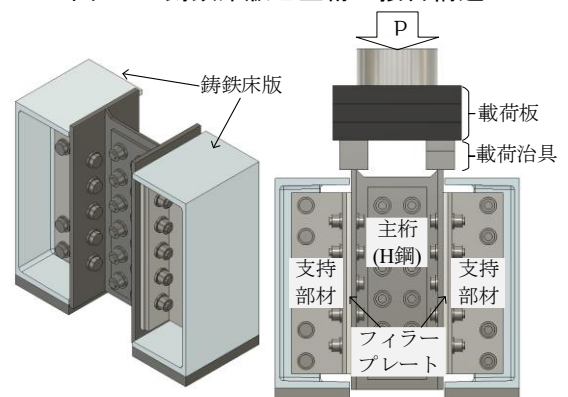


図 - 2 鋳鉄床版 - 主桁間押し抜きせん断実験の概要

表 - 1 試験体の設計耐力

L長孔平	接合面数 m	ボルト本数 n	設計ボルト軸力 N(kN)	設計すべり係数 μ_{sl}	設計すべり耐力 $P_{sl}(kN)$
鋳鉄床版-支持部材間	2	8	205	0.4	1312
支持部材-主桁間	1	20	205	0.4	1640
主桁間	2	12	205	0.4	1968

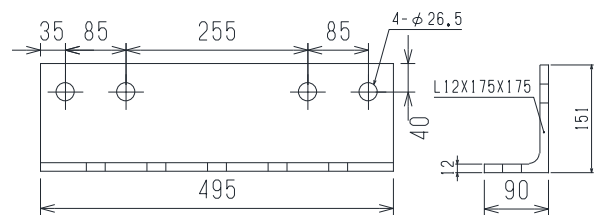


図 - 3 L 型支持部材の寸法 (単位:mm)

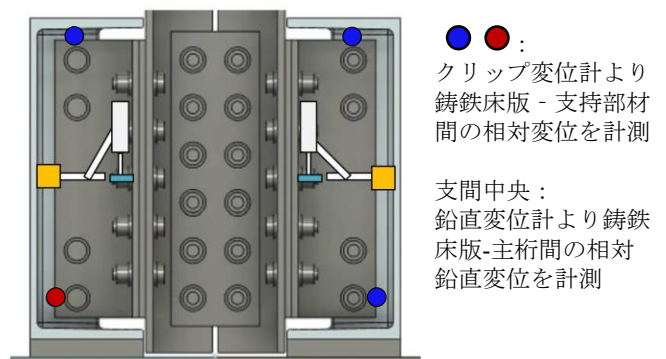


図 - 4 L 長孔平の相対変位計測位置

キーワード 球状黒鉛鋳鉄, 高力ボルト摩擦接合継手, すべり挙動

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 Tel&Fax06-6605-2735

すべり荷重は、図 - 4 に示す支持部材間の相対変位計測位置（図中丸印）より、最初に相対変位が 0.2mm に到達した時点の荷重、設計すべり荷重は表 - 1 に示す供試体設計すべり係数 ($\mu_{d1}=0.40$) および道路橋示方書⁴⁾を参考としたすべり係数 ($\mu_{d2}=0.45$) とした場合の荷重とし、すべり荷重時のすべり係数 μ_{slip} は標準ボルト軸力を用いて算出した。また、最初に荷重低下が生じた直後の最大荷重を荷重低下と定義している。

3. 実験結果および考察

L 長孔平の鋳鉄床版 - 支持部材間における荷重 - 相対変位関係を図 - 5、鋳鉄床版 - 主桁間の荷重 - 相対鉛直変位関係を図 - 6、すべり係数を表 - 2 に示す。図 - 5 において、図 - 4 赤印の計測位置で相対変位が増加し、すべり係数 μ_{slip} は 0.40 となった。一方、図 - 6 に示す荷重 - 相対鉛直変位関係は、すべり荷重時の荷重でも初期剛性とほぼ同様の剛性を示し、荷重低下後に相対変位は大きく増加した。これは、鋳鉄床版 - 支持部材間で一部すべりが生じて、鋳鉄床版 - 主桁間の全体挙動には大きく影響しないことを示していると考えられる。鋳鉄床版 - 主桁間における荷重 - 相対鉛直変位関係は、鋳鉄床版 - 主桁間の剛性を適切に評価できると考え、次章では、荷重 - 相対鉛直変位関係を用いて鋳鉄床版 - 主桁間におけるすべり係数の検討を行った。

4. 支持部材形状の影響を考慮したすべり係数の検討

鋳鉄床版 - 主桁間の荷重 - 相対鉛直変位関係より、鋳鉄床版 - 主桁間におけるすべり係数 μ_{struct} を検討した。図 - 6 において、 μ_{d2} を上回った後に剛性低下および急激な相対変位の増加が生じていたことから、 $\mu_{struct}=0.45$ とした。次に既往研究⁵⁾より、長孔を有する鋳鉄母板を用いて本研究と同様の接合面処理を行った 1 行 2 列の高力ボルト摩擦接合継手で実施したすべり試験において、0.63 のすべり係数が得られていたことから、要素試験で得られたすべり係数として $\mu_{element}$ を定義し、 $\mu_{element}=0.63$ とした。

最後に、鋳鉄床版 - 主桁間におけるすべり係数として μ_{d3} を式 (1) より定義した。 μ_{d3} は支持部材形状の影響を考慮したすべり係数とするため、設計すべり係数 μ_{d1} に α を乗じた係数と定義した。ここで α は式 (2) より定義した補正係数であり、支持部材形状の影響により接合部のすべり係数が $\mu_{element}$ から μ_{struct} に低下したと考えられるため、 α は μ_{struct} と $\mu_{element}$ の比としている。

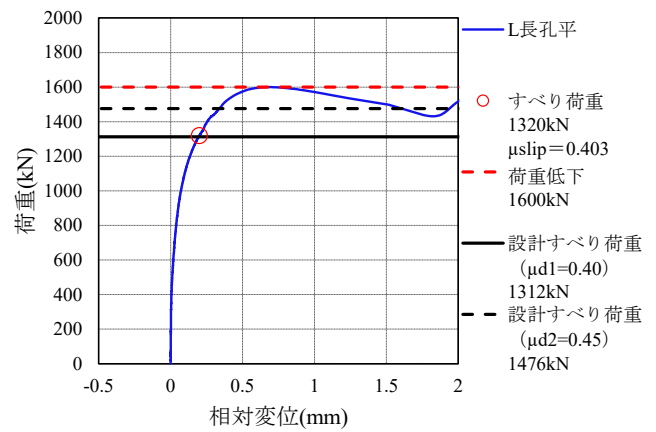


図 - 5 荷重 - 相対変位関係 (図 - 4 赤印位置)

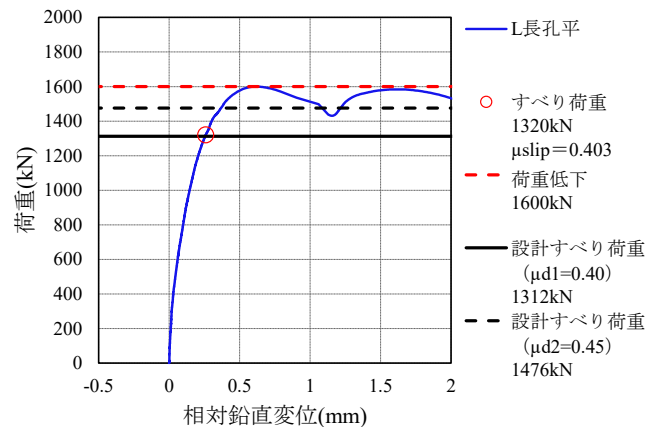


図 - 6 荷重 - 相対鉛直変位関係

表 - 2 すべり係数およびすべり係数補正係数 α

μ_{slip}	μ_{struct}	$\mu_{element}$	α	μ_{d1}	μ_{d2}	μ_{d3}
0.40	0.45	0.63	0.71	0.40	0.45	0.29

$$\mu_{d3} = \mu_{d1} \times \alpha = 0.40 \times 0.71 = 0.29 \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\mu_{struct}}{\mu_{element}} = \frac{0.45}{0.63} = 0.71 \quad (2)$$

5. まとめ

支持部材形状の違いによる鋳鉄床版 - 主桁間の剛性を考慮可能なすべり係数 μ_{d3} を提案した。また、補正係数 α を用いれば、異なる支持部材形状を有する鋳鉄床版 - 主桁間のすべり係数も定義可能と考えられる。

<参考文献>

- 1) 白井悠吾, 山口隆司, 飛永浩伸, 村山稔: 母板に 1° テーパーを有する高力ボルト摩擦接合継手を用いた鋳鉄床版モジュール - 主桁間のすべり挙動, 土木学会, 構造工学論文集 Vol.67A, pp.336-348, 2021.
- 2) 白井悠吾, 林敏, 松井駿, 山口隆司, 山下良, 飛永浩伸: 母板に長孔を有する高力ボルト摩擦接合継手を用いた鋳鉄床版モジュール - 主桁間のすべり挙動, 土木学会, 構造工学論文集 Vol.68A, 2022.
- 3) 頭付スタッドの押抜き試験方法 (案), JSSC テクニカルレポート, No.35, (社) 日本鋼構造協会, 1996.
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・解説 II 鋼橋・鋼部材編, 2017.
- 5) 白井悠吾, 山口隆司, 山下良, 飛永浩伸, 村山稔, 松井駿: 鋳鉄床版モジュール-主桁間の高力ボルト摩擦接合継手における長孔の適用性に関する研究, 土木学会, 第 76 回年次学術講演会, I-187, 2021.