

第 I 部門

超高速引張衝撃荷重を受ける降伏先行型摩擦接合の保有性能評価に関する実験

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○吉田 基次
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 亀井 義典
 大阪大学接合科学研究所 正会員 崎野良比呂

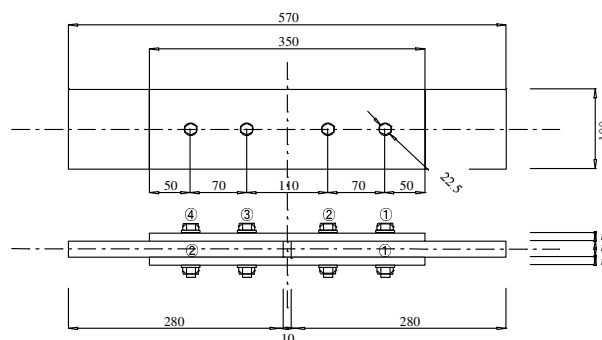
1. はじめに

地震の規模は計測震度や最大加速度で表現されることが多い。前者は地震規模と体感や被害との関係を数値的に表現しようと試みたもので、気象庁が指標として用いている。後者は、加速度と質量の積が力となることから、静的な釣合い関係に着目する立場から地震力の指標となる。しかし、構造物の被害については、最大加速度よりもむしろ最大速度と良い相関があることが従来から言われており、最大速度 100cm/s 以上が大被害地震の目安との報告もある。実際、兵庫県南部地震では 169.1cm/s、新潟県中越地震では 148.3cm/s の最大速度が記録されているが、この領域の載荷速度は従来の構造実験では再現することは困難とされていた。

本報告では、最大速度 120cm/s の超高速衝撃載荷システムを用い、降伏先行型の高力ボルト摩擦接合継手を対象とした超高速引張試験を行った。そして、実験結果から載荷速度が継手部の挙動やすべり耐力などの各種限界状態に及ぼす影響を考察する。なお、すべり先行型の同様の試験については文献 1)において、載荷速度の上昇により、すべり耐力の低下、最大荷重の上昇、破断時の変位の低下という結果が得られている。

2. 実験概要および供試体

供試体は、片側 1 行 2 列の 2 面せん断継手とする。設計強度によるすべり強度・母材降伏強度比 (β 値) を 1.1 ~ 1.2, 連結板・母材降伏強度比 (γ 値) を 1.1 ~ 1.2 に設定し、載荷速度を 0.001cm/s, 10cm/s, 120cm/s とした。 β 値および載荷速度により実験ケースを以下のように分類し type と case の組合せにより、実験供試体を C-1 のように表記する。



①すべり・降伏強度比 (β 値) type C : 1.1 type D : 1.2 図-1 継手供試体試験パネル

②載荷速度 case1 : 0.001cm/s case2 : 10cm/s case3 : 120cm/s

なお、本試験は各試験体について各々3体ずつ行った。

図-1 に継手供試体試験パネルを示す。継手供試体の高力ボルトは F10T, M20, 母材および連結板の鋼種は SS400 材を使用する。また、板幅は 100mm, 母材, 連結板の板厚は各々 typeC:14mm, 8mm, typeD:13mm, 7mm とする。なお、ボルト孔およびすべり面の処理については道路橋示方書に準拠するものとする。ボルト初期導入軸力は設計軸力の 1 割増しの 181.5kN を導入した。継手引張試験には、超高速衝撃構造性能評価システム（最高載荷速度 120cm/s, 最大荷重 2000kN）を用いて行い、供試体のすべり発生、鋼板の降伏後も、継手システム全体の耐荷力の低下または母材, 連結板, 高力ボルトのいずれかが破断するまで載荷する。

3. 実験結果および考察

図-2 に type C の荷重-変位関係を示す。横軸は変位、縦軸は荷重を表している。ここで用いた荷重の値は、静的載荷については試験機に備わっているロードセルから得られた荷重をそのまま採用するが、超高速載荷の場合はロードセルから得られた荷重に衝撃載荷にともなうノイズが含まれるため、供試体の母材一般部に 2 軸ゲージを貼付し、ひずみゲージからすべり荷重を算出した。また、最大荷重付近ではロードセルのノイズが収束するので、すべり後はロードセルから得られた荷重をそのまま採用する。なお、本試験体の供試体

はすべて母材破断により終局状態に至った。図-2 から荷重速度が大きくなるとすべり耐力は小さく、最大荷重および破断時の変位は大きくなる傾向が認められる。

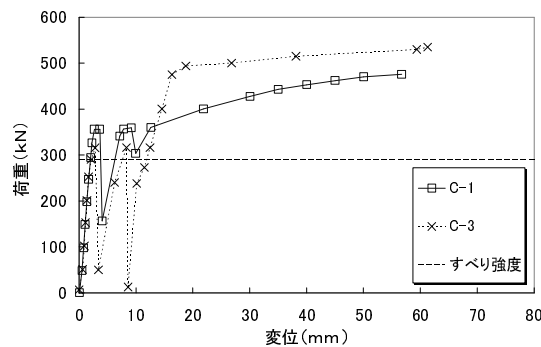


図-2 荷重－変位関係 (type C)

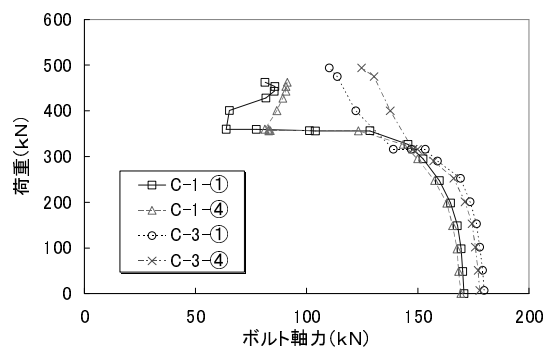


図-3 荷重－ボルト軸力関係 (type C)

図-3 に type C の荷重－ボルト軸力関係を示す。横軸は最外列ボルト軸力、縦軸は荷重を表している。荷重速度が大きくなるとすべり発生直前におけるボルト軸力抜けは若干小さくなる。

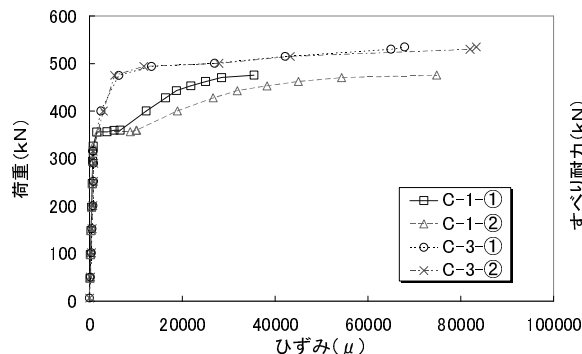


図-4 荷重－母材ひずみ関係 (type C)

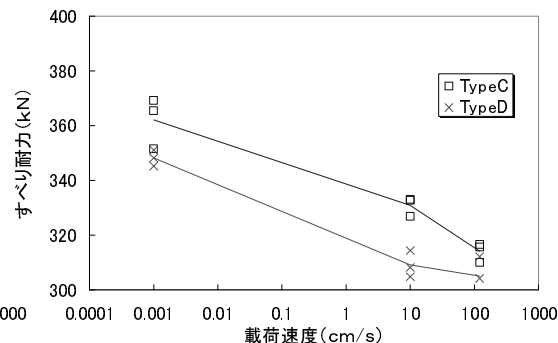


図-5 荷重速度－すべり耐力関係

図-4 に type C の荷重－母材ひずみ関係を示す。横軸はひずみ、縦軸は荷重を表している。荷重速度が大きくなるにつれて、降伏時の荷重および破断時のひずみは大きくなる傾向がある。

図-5 に荷重速度－すべり耐力関係を、図-6 に荷重速度－最大荷重関係を、図-7 に荷重速度－破断時の変位関係を示す。横軸には荷重速度を対数軸で表し、縦軸には各々、すべり耐力、最大荷重、および破断変位を表している。荷重速度 0.001cm/s と 120cm/s を比較すると、荷重速度が大きくなるにつれて、すべり耐力は type C , type D 共に 10%程度低下し、最大荷重は 15%程度増加した。また、破断時の変位は type C で 15%程度、type D で 20%程度増加する。なお type D においては、最大荷重は case1 と case2 で同程度となった。

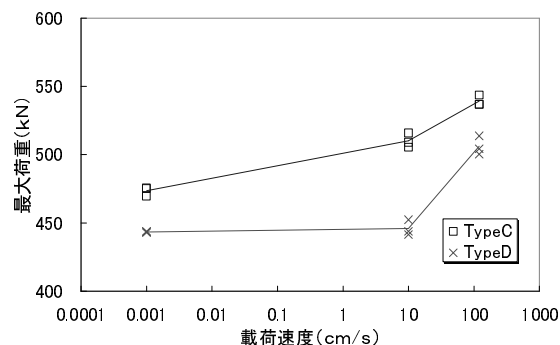


図-6 荷重速度－最大荷重関係

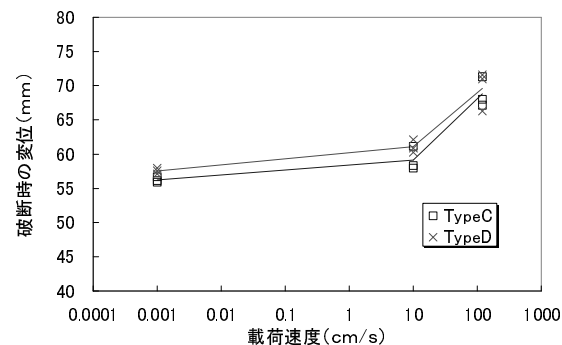


図-7 荷重速度－破断時の変位関係

4. まとめ

超高速衝撃構造的評価システムを用いて摩擦接合継手の引張試験を行った。実験結果から得られた知見を以下に示す。

- ①全ての供試体で母材の破断により終局状態に至った。
- ②荷重速度が大きくなると、すべり耐力は 10%程度低下したが、設計値 290.4kN を下回ることにはなかった。
- ③荷重速度が大きくなると、最大荷重および降伏荷重は速度効果により上昇する。
- ④荷重速度が大きくなると、破断時の変位は大きくなる傾向があるが、これは破断時の変位が小さくなるすべり先行型とは逆の傾向が見られる¹⁾。

【参考文献】 1) 谷口侑也, 亀井義典, 崎野良比呂: 超高速引張衝撃荷重を受けるすべり先行型摩擦接合の保有性能評価に関する実験, 土木学会全国大会年次学術講演会資料, 2008