

I-534

スタッドの高速せん断破壊実験

防衛大学校 学生員 加瀬 典文 宮地鐵工所 正 員 太田 貞次
 防衛大学校 正 員 香月 智 防衛大学校 正 員 石川 信隆
 防衛大学校 正 員 伊藤 一雄

1 緒言

阪神大震災の被災例では、構造物のボルト接合部などが、高速にせん断破壊したと推察される破壊例が多く見られる。このような観点から、スタッドによって鋼・コンクリートが合成される構造においては、スタッドの高速破壊に対する力学的特性を明らかにする必要があるが、いまだそのような研究例は少ない。そこで本研究は、スタッドの高速せん断破壊実験を行い、その力学的特性について考察したものである。

2 実験の概要

(1) 実験供試体

供試体外形は、図-1に示す土木学会標準押抜き供試体¹⁾の片側半分である。スタッド形状は、径16mmで、高さ50, 70, 90mmのもの3種類と、コンクリート強度の230, 283, 312kgf/cm²の3種類を組み合わせ、表-1に示す5種類の供試体を作製した。

(2) 載荷装置

供試体の偏心載荷の影響を避けるために図-2に示すようなコロを用いた供試体保持治具を作製し、T型鋼上部を鋼・コンクリート接合面直上部において載荷した。載荷装置は、静的実験はアムスラー型載荷装置を用いて0.001cm/sの等速度で、中・高速実験は高速変形負荷装置によって、1.0 cm/s, 400cm/sの等速度で載荷した。

3 実験結果と考察

(1) 破壊形態

せん断破壊の形態には、コンクリートスラブが破壊するものとスタッドがせん断破壊するものの2種類が生じた。図-3に破壊形態と載荷速度の関係を示す。静的実験では、スタッド高さ、コンクリート強度にかかわらず、全ての供試体でコンクリート破壊型であるが、中・高速の載荷速度が速い場合には、スタッド高さ90, 70mmでは全てスタッド破壊型になる。ただし、スタッド高さ50mmの短いスタッドの場合には、中・高速の場合でも、コンクリート破壊型である。従来の研究²⁾では、静的載荷時に、スタッド破壊の限界値を次式によって与えている。

$$H/d \geq 5.5 \quad (1) \quad \text{ただし、} H: \text{スタッド高さ、} d: \text{スタッド径。}$$

しかし、1 cm/s以上の速い載荷速度においては

$$H/d \geq 4.4 \quad (2)$$

と限界値を小さくする方が適当と思われる。

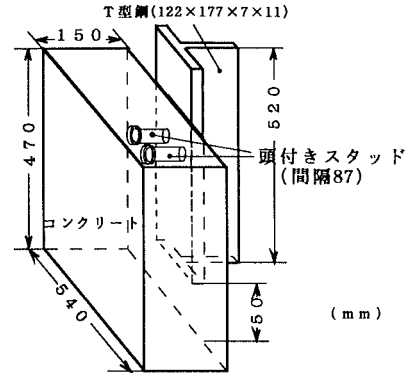


図-1 実験供試体

表-1 実験ケース

スタッド径	スタッド高さ	呼び強度	コンクリート強度 (実験時)	載荷速度
16mm	50mm	300kgf/cm ²	28.3kgf/cm ²	静的 0.001cm/s
				中速 1cm/s
				高速 40.0cm/s
	50mm	300kgf/cm ²	28.3kgf/cm ²	静的 0.001cm/s
				中速 1cm/s
				高速 40.0cm/s
	90mm	250kgf/cm ²	23.0kgf/cm ²	静的 0.001cm/s
				中速 1cm/s
				高速 40.0cm/s
	90mm	300kgf/cm ²	28.3kgf/cm ²	静的 0.001cm/s
				中速 1cm/s
				高速 40.0cm/s

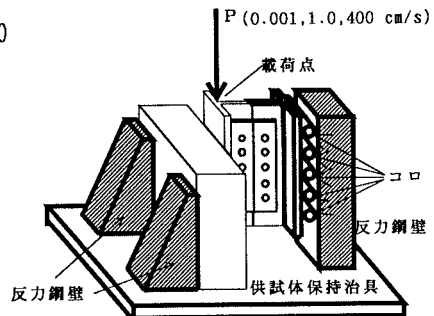


図-2 載荷要領

(2) 荷重～変位関係

図-4にスタッド高さ50mmの場合の静・中・高速における荷重～変位関係を示す。この場合、いずれの速度においても、破壊形態はコンクリート破壊型であるが、載荷速度の増加につれて、荷重が大きくなることわかる。

図-5にスタッド高さ90mmの場合の荷重～変位関係を示す。この場合は、静的ではコンクリート破壊、中・高速ではスタッド破壊型となる。載荷速度が速くなると荷重が大きくなるが、スタッド破壊により、小さな変位で急激に耐力が低下する点が現れている。

(3) 破壊荷重～載荷速度関係

図-6に破壊荷重～載荷速度関係の関係を示す。これより、両対数グラフの中であるが、破壊荷重は載荷速度の増加にともなって大きくなっていることがわかる。そこで静的(10^{-5} cm/s)の速度で、従来(安全率を6.0とした)のスタッド強度の推定式と一致するようにしてせん断速度の影響を考慮した実験式を求めると、以下ようになる。

コンクリート破壊型の場合

$$P = 33 d H \sqrt{\sigma} (0.10 \ln V + 1.71) \quad (3)$$

スタッドせん断破壊型の場合

$$P = 180 d^2 \sqrt{\sigma} (0.03 \ln V + 1.23) \quad (4)$$

ただし、P：スタッドの破壊荷重(kgf/本)、

d：スタッド径(cm)、H：スタッド高さ(cm)、

σ ：コンクリート強度(kgf/cm²)、V：載荷速度(cm/s)。

参考文献

- 1) 土木学会：構造工学シリーズ3 鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン、1989年3月。
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、平成2年2月。

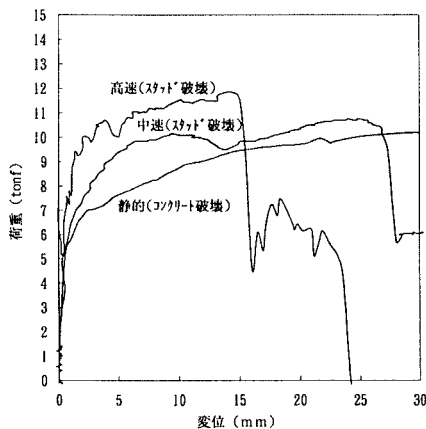


図-5 荷重～変位関係
(スタッド高さ90mm, コンクリート強度230kgf/cm²)

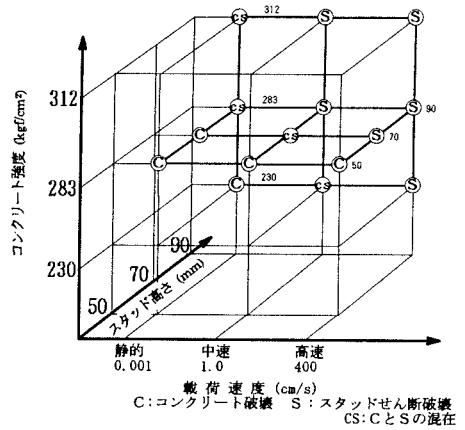


図-3 破壊形態～載荷速度関係

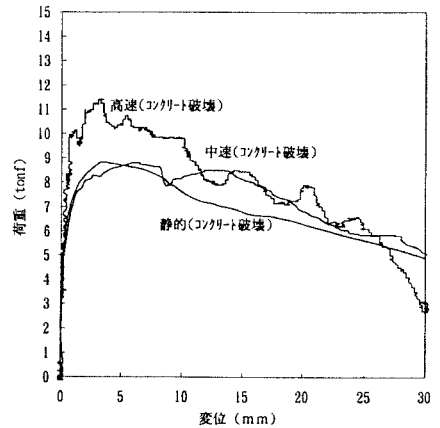


図-4 荷重～変位関係
(スタッド高さ50mm, コンクリート強度283kgf/cm²)

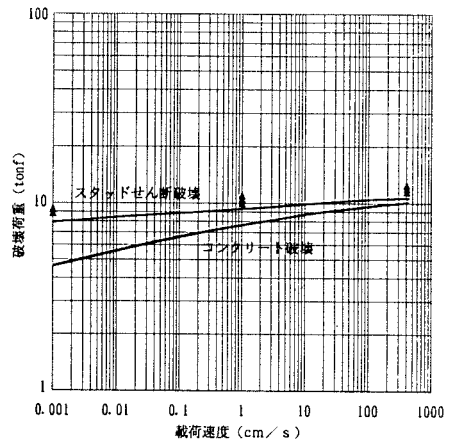


図-6 破壊荷重～載荷速度関係