

## ボルト引張接合を用いた鋼製ラーメン隅角部に関する実験的研究

東京電機大学 学生員 高橋 隆輔\*      東京電機大学 学生員 三嶋 浩二\*  
 東京電機大学 正会員 井浦 雅司\*      東京電機大学 正会員 石澤 俊希\*

## 1. はじめに

首都高速公団による最近の調査によれば、鋼製ラーメン隅角部に多くの疲労亀裂が発生している。1976年に田島らは<sup>1)</sup>、はり・柱にブラケットを設け高力ボルトによる引張接合を提案した。引張接合を用いた場合、溶接接合に比べて現場施工が容易になり、はり・柱に被害を与えることなく終局状態をボルトの破断とすることが可能となる。これにより、ボルトが破断した際、ボルトを交換するだけで済み修復も容易にできる。田島らの実験では、ブラケットを溶接接合したために終局状態がブラケットの溶接部における疲労亀裂となった。

本研究は、溶接部における疲労亀裂が終局状態とならず、ボルトの破断が終局状態となるような構造形式を提案しており、その実験について報告する。

## 2. 実験装置

実験装置は、L形供試体をくの字形にセットし、供試体の一方をピン支持し、他端にアクチュエータからの力を作用させるものである。载荷方法は変位制御による正負漸増一回繰返し载荷である。繰返し载荷における基本変位は、ボルトが降伏応力に達する時の変位である。

## 3. 実験供試体

本実験供試体は、図-1に示すように、矩形断面のはり・柱が、直角にボルトによって接合されたL型の鋼製ラーメン橋脚の隅角部をモデル化している。ボルトの継手方法は短締め接合継手とし、配列は格子配列とした。短締め接合継手では柱部頂板、はり部下フランジにおいて、てこ反力が生じて板曲げが起こる。これを防ぐために、2種類の補強方法を考案した。図-1(a)において着色した部分にコンクリートを充填したものと、図-1(b)に示すように厚さ22mmの鉄板を2枚挿入したものである。供試体は、ボルトの本数と径、材質をパラメータとし、コンクリートを充填したものを6体、鉄板を挿入したものを2体作製した。この時、はり・柱で座屈が生じないようにすべての部材の板厚を16mmとした。表-1に供試体の一覧を示す。また、溶接は基本的に完全溶け込み溶接を採用した。なお、材料は全てSM400A鋼材を用いている。

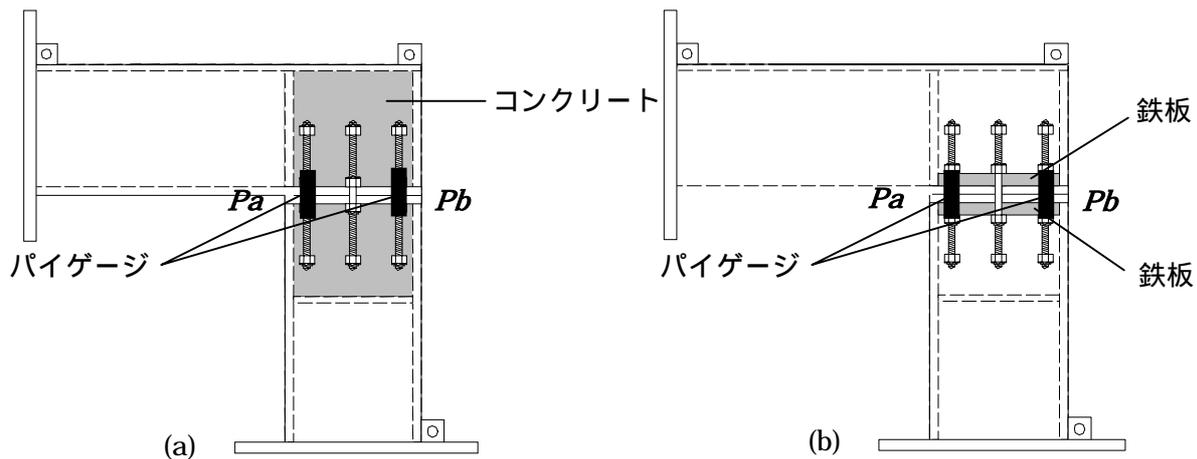


図-1 供試体

表-1 供試体の一覧

C:コンクリート, S:鉄板

供試体		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
ボルト	本数	9	9	9	25	25	25	9	25
	径	M16	M16	M20	M16	M16	M20	M16	M16
	材質	SS400	F10T	F10T	SS400	F10T	F10T	F10T	F10T
補強方法		C	C	C	C	C	C	S	S

キーワード 鋼製ラーメン, 高力ボルト引張接合, ラーメン隅角部

\*東京電機大学理工学部 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 Tel: 049-296-2911

#### 4. 実験結果

供試体の終局状態を表-2に示す。終局状態は主にボルトの破断であった。コンクリートを充填したNo.6はボルト径が大きく本数が多いため溶接部に亀裂が生じた。しかしコンクリートを充填した他の供試体は板曲げを抑えることができた。ボルトの本数が多く、鉄板により補強したNo.8では溶接部に亀裂が生じた。なお、No.5, No.7は実験装置の限界により実験を中止した。本実験では、板曲げを抑える補強方法としてコンクリートを充填した場合の方が鉄板を挿入するよりも有効であったと言える。

次に、No.2の荷重変位履歴曲線を図-2に示す。図-2には点A, B, C, Dのような変曲点が存在する。図-1において隅角部の内側をPa, 外側をPbとした。Pa側, Pb側の位置にそれぞれ取り付け付けたパイゲージにより計測されたはり・柱の離間距離と荷重の関係を図-3, 4に示すが、これらの図においても同様の変曲点が存在する。このとき、図-2~4で示した点A, B, C, Dはそれぞれ同じ荷重時のものである。

供試体の変形の過程を図-5に示す。図-5(a)は、はり・柱がPa側で離間しPb側で接触した様子を示している。図-5(b)は、図-5(a)で接触していたPb側が離間した様子である。図-5(c)は、Pb側で離間しPa側で接触した様子を示している。図-5(d)は、図-5(c)で接触していたPa側が離間した様子である。

点A, Bの間の変形は図-5(a)に相当し、荷重ははり・柱の接触部とボルトが負担している。点C, Dの間の変形は図-5(c)に相当し、荷重ははり・柱の接触部とボルトが負担している。点B, Cの間, 点D, Aの間の変形は図-5(b), (d)に相当し、はり・柱が離れていることからボルトのみが荷重を負担している。

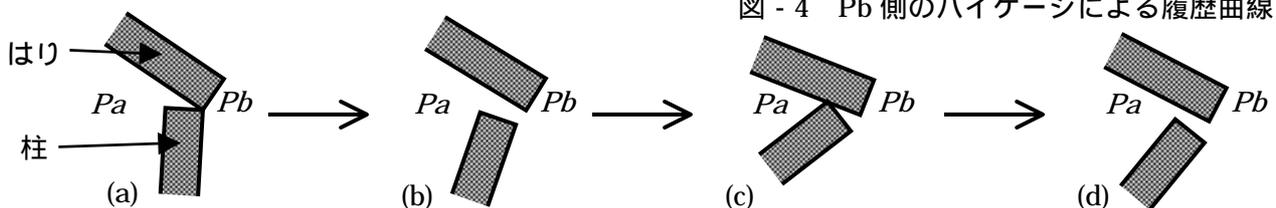


図-5 供試体変形過程概要

#### 5. まとめ

高力ボルト引張接合をラーメン隅角部に用いた実験を行いその有効性を検討した。今後は、ボルト長締め接合継手を使用できる構造形式の提案を行うと共に、導入したボルトの軸力がどのように変動するかについても調べる予定である。

#### 参考文献

- 1) 田島, 阿部, 大宮, 三木, 熱田: 土木学会論文集, 52-4, 1976-4.

表-2 終局状態

供試体	終局状態
No.1	ボルトが破断
No.2	ボルトが破断
No.3	ボルトが破断
No.4	ボルトが破断
No.5	-
No.6	板曲げ後, 溶接部に亀裂
No.7	-
No.8	板曲げ後, 溶接部に亀裂

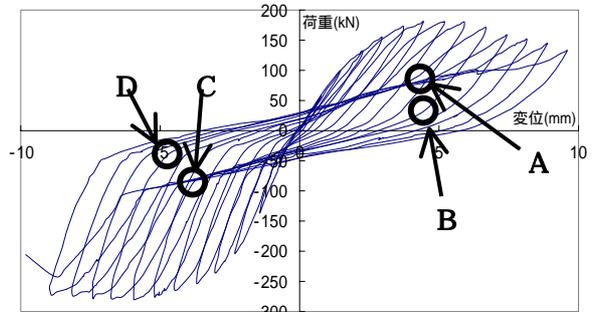


図-2 荷重変位履歴曲線

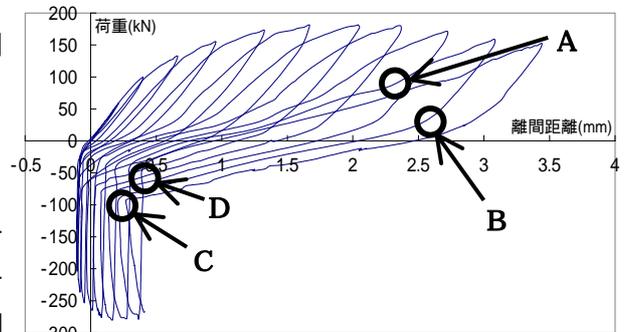


図-3 Pa側のパイゲージによる履歴曲線

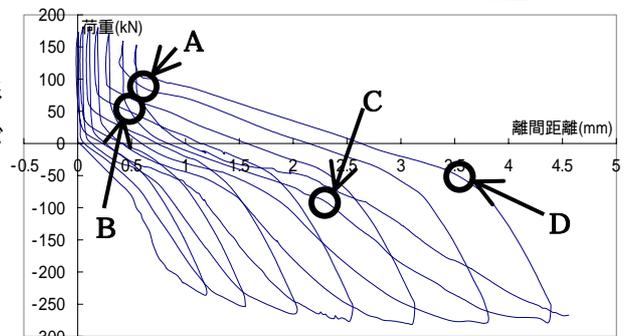


図-4 Pb側のパイゲージによる履歴曲線