

京都大学工学部 正会員 家村 浩和
京都大学工学部 正会員 井上 晋
阪神高速道路公団 正会員○江川 典聰

【1. はじめに】

高橋脚を設計する場合、橋脚の自重を軽減し、橋脚に作用する地震力を低減するため、中空断面が採用される場合が多い。中空断面では橋脚内側に空間があるため、主鉄筋及び横拘束筋によって囲まれた部分のコンクリートが十分に拘束されず、またウェブ幅の減少に伴うせん断抵抗の低下が懸念される。しかしこのような点に関しては、従来あまり検討されていないのが実状である。従って、本研究では、模型の載荷実験を行い中空断面 RC 梁部材の曲げ・せん断特性に関して検討した。

【2. 実験概要】

本試験で用いた RC 梁供試体の断面を図1に示す。本研究では、内側にコンクリートがある場合(中実)とない場合(中空)を比較の基準としている為、外形寸法を統一した。また曲げスパン長は一律60cmとし、せん断スパン長を45cm,55cm,65cm (せん断スパン比：2.51, 3.07, 3.63) の3通り設けた。いずれの供試体も主鉄筋にはD10(SD295A)を用い、またせん断補強筋としてφ6mmのスターラップを9cm間隔で配置した。荷重載荷方法は、変位速度一定で行い、マイクロコンピュータからの制御信号による変位制御方式を採用し、荷重載荷方式は、二点集中載荷方式とした。また載荷波形数種設けたが、ここでは、紙面の都合上、表1に示す正負交番漸増型の供試体H55-b(中空), S55-b(中実)についてのみ言及する。

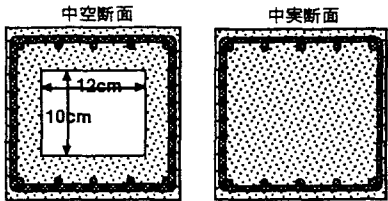


図1 供試体断面

表1 実験ケース

供試体	せん断 支間比	載荷波形
H45-b	2.51	
H55-b	3.07	
H65-b	3.63	
S45-b	2.51	
S55-b	3.07	
S65-b	3.63	

【3. 実験結果及び考察】

いずれの供試体も曲げ降伏後最終的にせん断引張破壊を呈したが、その破壊過程の相違を以下に考察する。

3.1 荷重-変位関係

図2, 3に荷重-変位曲線を示す。同一変位に対する復元力は中実の方が大きい。また終局状態に至る時の変位は中実の方が大きく変形性能に優れることを示す。注目すべきは中空断面では耐力が低下し始めると、以後耐力減少は急激であるのに対し、中実断面ではある程度靱性を保持しながら耐力が低下することである。即ちH55-bでは+7δ y(約7tonf)において耐力低下が開始し、半周期後の-7δ yにおいては3tonfにまで激減している。一方S55-bでは+8δ y(約9tonf)において耐力低下が一旦開始するが、半周期後の-8δ yにおいても依然9tonfを維持し、更に一周期後の-9δ yにおいてもまだ6tonfの耐力を維持しているということである。

3.2 スターラップのひずみ

図4, 5に各変位振幅ごとのスターラップのひずみを示す。同図より同一変位におけるひずみは中空の方がかなり大きいことが明白である。特に5δ yにおいてその傾向は顕著である。これは逆に言うと中実断面においてはコンクリートが大変形領域までせん断力を分担していることを意味しているのであり、中空断面では繰り返しによるコンクリートの負担せん断力の低下が著しく、脆性破壊を生起する危険性が大きいことを物語っているものである。

3.3 履歴吸収エネルギー

図6に累積吸収エネルギー、図7に各変位ごとの吸収エネルギーを中空・中実合わせて示す。累積吸収エネルギー、各変位ごとの吸収エネルギー共に、中実断面の方がわずかに大きく、エネルギー吸収

能に若干優れていることを示している。

中空断面の実験終了時と同一の変位における中空・中実の累積エネルギーを比較すると、中空は中実よりも約20%エネルギー吸収能が小さくなっている。なおエネルギー吸収能の減じる変位は図2, 3の耐力低下時の変位と一致しており、これらの変位を終局変位とすることも可能であると考えられる。

3.4 曲げ変形量とせん断変形量

図8, 9は、各供試体の中央鉛直変位に占める曲げ変形量とせん断変形量の比率を百分率で示したものである。ここで言う曲げ変形量とは、実験により得られた供試体中央の曲率履歴と、一方向載荷実験結果より得られたM- ϕ 関係のスケルトン曲線より、各断面の曲率分布を求め、軸方向に積分することにより算出したものである。またせん断変形量は、全変位から曲げ変形量を差し引いたものとして簡便に定義した。同図より最終的にせん断破壊を呈したものであっても、載荷初期は曲げ変形量が卓越し、載荷の進行に伴ってせん断変形量の比率が増加することがわかる。また中空断面の方が、せん断変形の影響が大きいことが明白にうかがえる。例えば、耐力低下時における、全変形に対するせん断変形の比率を比較すると、H55-b: 96.8% ⇔ S55-b: 58.7%のようである。また耐力低下時に限らず、同一変位時を比較すると、どの変位時においても中空断面の方が、よりせん断変形の割合が大きくなる傾向にあることが分かる。これらのことはスターラップのひずみ及びエネルギー吸収能の観点から見た考察を異なる角度から裏付けるものである。

【4. まとめ】

本実験結果より、次のことが明らかにされた。

中空断面RC梁部材の終局変位は同寸法の中実断面よりも小さく、変形性能・エネルギー吸収能に若干劣る傾向にある。本実験によれば、エネルギー吸収能は中空断面の終局変位において、約20%劣るという結果であった。同一変位時のスターラップのひずみは、中空断面の方がかなり大きく、これはコンクリートのせん断抵抗が中実断面よりも小さいことを示唆するものである。即ち内側にコンクリートがない場合は、ある場合に比べて、せん断力の影響をより大きく受けると言える。また本報では言及しなかったが、せん断スパン内のひび割れ角度に注目すると、中実断面では最初にほぼ鉛直に曲げひび割れが入り、これが曲げせん断ひび割れへと成長していくのに対して、中空断面では最初から斜めひび割れが発生することが明らかにされた。

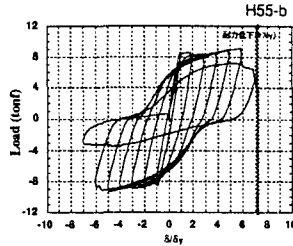


図2 荷重変位関係(中空)

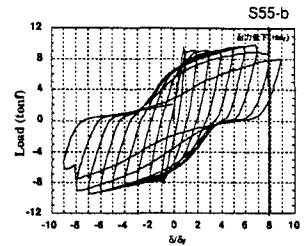


図3 荷重変位関係(中実)

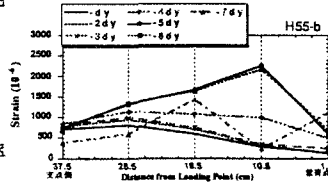


図4 スターラップひずみ(中空)

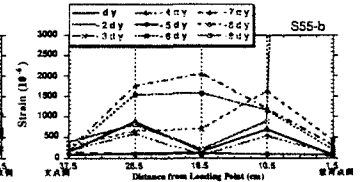


図5 スターラップひずみ(中実)

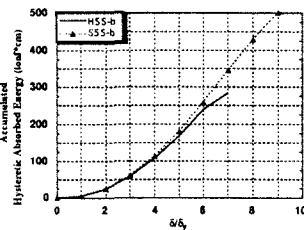


図6 累積吸収エネルギー

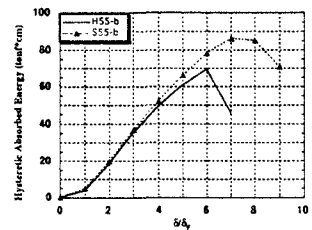


図7 各δy毎の吸収エネルギー

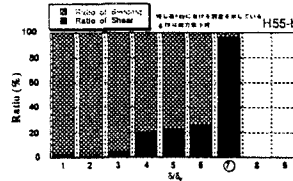


図8 曲げ変形量とせん断変形量の比率(中空)

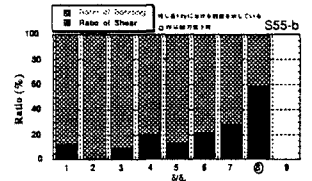


図9 曲げ変形量とせん断変形量の比率(中実)