

局所集中荷重を受ける RC 梁の耐荷性能

九州工業大学	学生員	小洞 裕史
九州工業大学	正会員	幸左 賢二
阪神高速道路公団	正会員	関上 直浩
東京エンジニアリング(株)	正会員	萩原 隆朗

1. はじめに

現在、耐震性能向上を目的として、従来の金属支承からゴム支承への取り替えが行われている。支承取替えの際には、上部工の桁を一時的にジャッキアップする必要がある。この場合、既設支承を避けてジャッキを設置する必要があるため、ジャッキ位置は橋脚端部になることが多い。このジャッキアップによって、コンクリート橋脚の梁端部に損傷を生じる恐れがある。現在、損傷に対する安全性の照査のために、道路橋示方書の水平方向の押しぬきせん断耐力式を、鉛直方向に適応した照査式が用いられている。本研究では橋脚の梁をモデル化した供試体を用いて、現在使用されている照査式の適応性を検討し、梁端部破壊耐力の評価式を提案することを目的としている。

2. 実験概要

表-1に実験供試体の諸元を、図-1に供試体および載荷板形状を示す。供試体は阪神高速道路公団が有する支承取替えが必要な橋脚の中から、代表的な7基を抽出し、梁幅、鉄筋比等のパラメータが最も平均に近い橋脚の梁端部をプロトタイプとした。縮尺は 1/3 とした。載荷板は標準的なジャッキ寸法 30×30cm を考慮し、供試体と同様に 1/3 縮尺でモデル化した。表-2 に実験における載荷位置を示す。載荷位置は実際の工事におけるジャッキ位置を考慮した3体12caseで行った。載荷は、1000kN 正負交番載荷試験装置を使用し、静的・方向単調載荷で行った。載荷ステップは最大荷重に達するまでは荷重制御で行い、それ以降は変位制御で載荷した。また、荷重制御時の荷重ステップは 50kN を基本とし、ステップ毎に荷重を 0kN まで除荷し、ひび割れ状況を観測した。実験中の測定項目は載荷荷重、載荷板変位、鉄筋ひずみ、ひび割れ状況とした。

3. 実験結果および考察

代表的な例として case11 について考察する。供試体は初期ひび割れが入った後緩やかに損傷が進展し、最大荷重近傍でひずみ、クラック幅、数が大幅に進展し、かぶりコンクリートが欠落、破壊に至った。最大荷重は 698kN であった。図-3 に最終破壊状況を示す。この図より供試体の損傷は供試体の端部方向に進展し、内部方向にはほとんど損傷を生じないことがわかる。図-3 の最終破壊状況および脆性的に破壊したことから最終破壊モードは押し抜きせん断破壊であると考えられる。また他の case についてもほぼ同様の破壊性状を示した。そこで以下の項目では現在使用されている照査式の適応性について検討する。

表-1 供試体諸元

	H(mm)	B(mm)	L(mm)	備考
供試体	330	760	1200	1/3縮尺
載荷板	h(mm)	b(mm)	l(mm)	
	30	100	100	

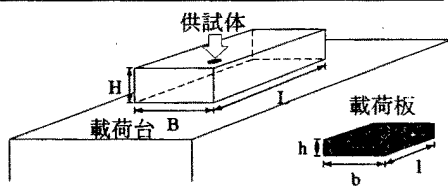


図-1 供試体および載荷板形状

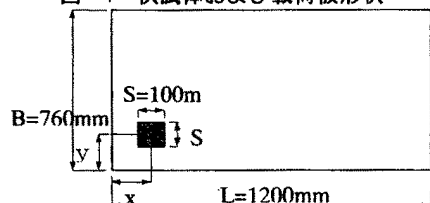


図-2 載荷位置図(載荷面)

表-2 載荷 case

		X=x/s				
		0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
Y=y/s	0.75	case5	case6	case7	case8	
	1.00		case9	case10	case11	case12
	1.25		case1	case2	case3	case4

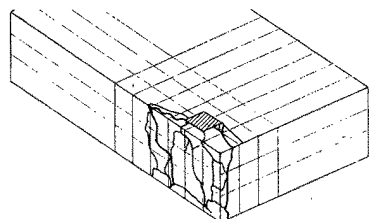


図-3 最終破壊状況(case11)

4. 評価式の提案

梁端部の耐荷力評価式としては、同様の破壊形態を想定した、式(1)に示すジャッキアップ時の許容押し抜きせん断耐力の算定式を基準とする。

$$\text{許容押し抜きせん断耐力} = S_{dc} + S_{ds1} + S_{ds2} \quad (1)$$

ここで、 S_{dc} ：コンクリートの押し抜き耐力

S_{ds1} ：鉄筋の引張耐力 S_{ds2} ：鉄筋のせん断耐力

図-4には式(1)における想定破壊面を示している。

実験値とこの評価式を用いて算出した計算値を比較した結果を図-5に示す。現在の評価式では、実験値/計算値が平均で1.95となり、実験値を過小評価する傾向があることがわかった。そこで、適切な安全率を含んだ耐力を算定するため、式(1)と想定破壊面を用いて、実験結果からコンクリートおよび鉄筋の抵抗力を推定する。実験においてコンクリートが負担する耐力(S_{dc})をひび割れ発生荷重までとし、ひび割れ発生荷重から最大荷重までの耐力を鉄筋が負担する耐力(S_{ds})と仮定した。これらの耐力から、コンクリートのせん断応力度、鉄筋の強度を算出した結果を図-6, 7に示す。各材料強度は、実験から得られた耐力をそれぞれコンクリートのせん断破壊抵抗面積および、有効となるスターラップと主鉄筋の総断面積で割り戻した。また、併せて信頼性解析を行った結果を示す。信頼性解析は、信頼性区間90%、下側超過確率5% (以下5%超)の分布形状が正規分布であると仮定して検討を行う。コンクリートのせん断応力度においては、平均で4.42N/mm²、5%超で3.26N/mm²の値を得た。鉄筋の強度においては、平均で457N/mm²、5%超で237N/mm²の値を得た。これまでの耐荷性能評価より、以下に端部耐力の評価式を提案する。なお、コンクリートの設計基準強度は、本実験では $\sigma_{ck} = 35.4\text{N/mm}^2$ 、 $\sigma_{ck} = 30.8\text{N/mm}^2$ を使用しているが、既設の橋脚の設計基準強度は $\sigma_{ck} = 27\text{N/mm}^2$ が一般的であるため、評価式の提案においては実験結果より得られたせん断応力度を、道路橋示方書のせん断応力度の増加比によって $\sigma_{ck} = 27\text{N/mm}^2$ に換算した値を使用している。

$$\text{許容せん断耐力} = S_c + S_s \quad (2)$$

$$S_c = \tau_c \times \Sigma A_c \quad (\text{破壊面は式(1)の規定値を用いる})$$

$$\tau_c = 3.26\text{N/mm}^2 \quad A_c: \text{せん断抵抗面積}$$

$$S_s = \sigma_s \times \Sigma A_s$$

$$\sigma_s = 237\text{N/mm}^2 \quad A_s: \text{有効鉄筋面積}$$

5. まとめ

現在、桁のジャッキアップ時に使用されている照査式により算出される押し抜きせん断耐力は、1.50～2.50程度の安全率を有している。これは供試体の破壊形態が純粋な押し抜きせん断ではないことや、照査式の破壊面積がひび割れ等から考えられる実際の破壊面よりも小さいことにあると考えられる。実験結果から考察した破壊形態を反映し、適切な安全率を含んだ値として、5%超の値を用いて評価式(2)の提案を行った。

参考文献

- (1) 土木学会：コンクリート標準示方書，設計編，1996
- (2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編，1996.12
- (3) 阪神高速道路公団：ジャッキアップ設計基本方針，2000
- (4) 広島大学構造材料工学研究室：コンクリート支圧試験報告書，1999.9

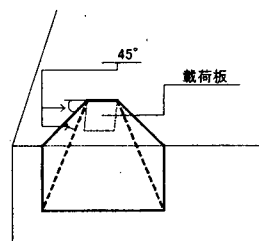


図-4 破壊推定面(式(1)より)

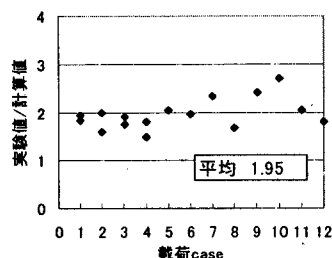


図-5 実験値/計算値

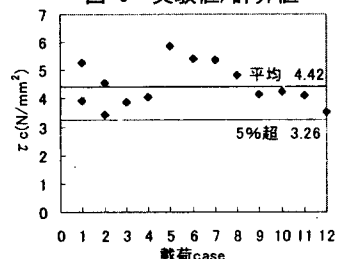


図-6 コンクリートのせん断応力度

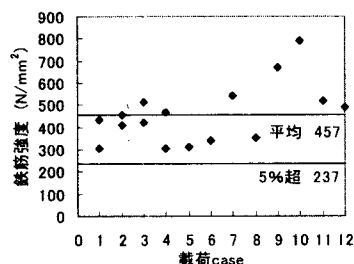


図-7 鉄筋強度