桁端部のウェブに水平ひび割れを模擬した PC 桁供試体の耐荷性能評価に関する実験的研究

国立研究開発法人 土木研究所 正会員〇関口 斉治 石田 雅博 和田 圭仙 元 土木研究所 正会員 木村 嘉富 青柳 聖

1. 目的

近年,一部のプレストレストコンクリート (PC) 桁端部のウェブに,アルカリ骨材反応等に起因すると考えら れる水平ひび割れが発生している事例¹⁾²⁾が報告されており,せん断耐力の低下要因になることが懸念される.ひ び割れの発生したコンクリート部材の耐荷性能評価には,ひび割れ程度の影響評価が重要となるが,確立した評 価手法はない.そこで本研究では,PC 桁端部の水平ひび割れがせん断耐力に与える影響評価を目的として,桁端 部のウェブ中心に模擬水平ひび割れ(以下,模擬ひび割れ)を導入した矩形断面供試体3体,中空断面供試体1 体および,各々ひび割れの無い基準供試体を1体ずつ作成し,載荷実験を実施した.

2. 実験の概要

供試体は, 表-1, 図-1 に示すとおり, 矩形断面4体(No.1, No.2, No.3, No.4), 中空断面2体(No.5, No.6)である. この6体の違いは模擬ひび割れの長さと断面形状である.

供試体	断面	有効高さ	供試体寸法 効高さ 載荷 せん断 供試体 供試体 ウェブ スパン スパン比 長さ 高さ 幅					・模擬ひび 割れ長さ	引張 鉄筋比	せん断 補強 鉄筋比	コンクリ ート圧縮 強度	最大 荷重	破壊形態
NO	7270	d	I I	a/d	L	Н	b		Pt	r	fc	Pmax	
		(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(N/mm^2)	(kN)	
No.1	矩形	561	4000	2.67	4600	600	300	0	0.39	0.11	51.7	656	せん断圧縮破壊
No.2	矩形	561	4000	2.67	4600	600	300	1050	0.39	0.11	54.4	735	せん断圧縮破壊
No.3	矩形	561	4000	2.67	4600	600	300	1800	0.39	0.11	56.0	386	曲げ破壊
No.4	矩形	561	4000	2.67	4600	600	300	1400	0.39	0.11	57.4	456	せん断圧縮破壊
No.5	中空	550	4000	2.73	4600	600	200	0	1.23	0.16	65.8	968	せん断圧縮破壊
No.6	中空	550	4000	2.73	4600	600	200	1050	1.23	0.16	69.5	743	せん断圧縮破壊

表-1 供試体概要

既往の研究¹⁾²においては,桁端部のウェブ中心に発生したひび割れ深さがせん断補強筋に達していないものの, 桁全長にひび割れが発生している事例が報告されている.本研究における模擬ひび割れは,極端にひび割れ深さ が進展した状況を想定して貫通ひび割れとした.模擬ひび割れ長さは,支点と載荷点を結ぶラインまでの1050mm (No.2, No.6),載荷点直下までの1800mm (No.3),中間の1400mm (No.4)である.模擬ひび割れは,コンクリ ート面の摩擦を低減させるため,供試体打設時に厚さ0.1mmのテフロンシートを2枚重ねたものを設置する方法 で導入している.供試体の断面寸法は,実績の多い支間長におけるウェブ厚を想定し,せん断破壊を先行させる ように配筋量と高さを調整した.なお,自重で全圧縮状態となるよう微小なプレストレス (0.1N/mm2 程度)を導 入している.下縁鋼材は曲げ耐力向上のため配置しており,無緊張である.載荷方法は,単純2点載荷による単 調載荷で行った.



キーワード ひび割れ,載荷実験,せん断耐力,耐荷性能

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (国研)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

3.実験の結果

実験で得られた載荷荷重と供試体中央下面の変位との履歴曲線を図-2 に示す. 基準供試体 (No.1,5) に対する 模擬ひび割れ供試体の最大荷重は, No.2 で 1.12 倍, No.4 で 0.69 倍, No.3 で 0.59 倍, No.6 で 0.77 倍であった. ま た,いずれも道示Ⅲ³によるせん断耐力を上回ることを確認した. 800

終局時のひび割れ図を図-4, コンクリート表面のひずみ計測結果 より描画した主応力図(No.2)を図-3に示す.グレーの着色部は終 局時の破壊状態および主応力図から想定される圧縮域である.矩形 断面の終局時の状況として,No.1は載荷点付近(測点-7~-5)におけ るウェブ上縁側の圧壊による荷重低下,No.2は模擬ひび割れ先端付 近(測点+13)の圧壊と同時に,同箇所の上側に発生したせん断ひび 割れによる荷重低下,No.3は重ね梁的な曲げ挙動を示し徐々に荷重 低下,No.4は載荷点付近(測点-7)および模擬ひび割れ先端付近(測 点-9)の圧壊による荷重低下が見られた.中空断面の終局時の状況と して,No.5は最大荷重直前に支点付近(測点-21)からのせん断ひび 割れが発生,測点-7~-15間に発生していたせん断ひび割れの幅の拡 大および載荷点付近(測点-7)の圧壊による荷重低下,No.6 は模擬 ひび割れ先端付近(測点-13)の圧壊による荷重低下が見られた.

模擬ひび割れ先端付近の圧壊が見られた No.4,6 は、基準供試体 (No.1,5)のひび割れ図から想定される圧縮域に模擬ひび割れの先端 付近が干渉することで、耐荷機構が変化し、基準供試体に比べてせん断耐力が減少したものと考えられる.これに対して基準供試体 (No.1)以上のせん断耐力を示した No.2 は、模擬ひび割れが前述の 圧縮域に干渉するものの、コンクリート強度の違い、既往の研究⁴⁾ で示された水平ひび割れによるアーチ的な耐荷機構の発現等の要因 によりせん断耐力が増大したものと考えられる.本研究と文献 4)とでは、ひび割れの導入方法や位置、圧縮鉄筋の有無等の条件が異なるが、No.2 では終局直前まで模擬ひび割れ面のずれがほとんど生じず、支点と載荷点を結ぶアーチが形成されたものと考えられる.





4. まとめ

No.1供試体

本研究の結果,コンクリート桁端部の水平ひび割れ長さの違いが,耐荷性能に与える影響について確認できた. 水平ひび割れが,健全な桁における圧縮域の外側,外観で少なくても最外縁に発生するせん断ひび割れよりも桁 端側で止まっている場合,せん断耐力は健全な桁に比べて同等以上となる可能性がある.しかし,模擬ひび割れ 供試体4体のうち,基準供試体と比べてせん断耐力が同等以上となった供試体は1体のみであるため,検証が必 要である.今後は,非線形 FEM 解析を用いた分析等により,桁端部の水平ひび割れ程度と耐荷機構の発現等の要 因を検証する予定である.

参考文献 1) 関慎一郎,木村嘉富,花井拓,中島道浩:軸方向ひび割れの発生したプレストレストコンクリート橋の調査(その1),土木学会第 67回年次学術講演会講演概要集,V-054,p.107-108,2012.9,2)中島道浩,木村嘉富,花井拓,富岡昭浩:軸方向ひび割れの発生したプレストレス トコンクリート橋の調査(その2),土木学会第67回年次学術講演会講演概要集,V-054,p.109-110,2012.9,3)(社)日本道路協会:道路 橋示方書・同解説Ⅲコンクリート編,2012.3,4)田中泰司,岸利治,前川宏一:人工亀裂を有するRC部材のせん断耐力増進機構の実験的検討, 土木学会論文集 No.802,V-69,p109-122,2005.11