

単純合成桁の連続化における接合部の力学挙動

大阪大学工学部 正 員 福本 秀士

大阪大学工学部 正 員 松井 繁之

大阪大学工学部 正 員 大谷 恭弘

阪神高速道路公団 正 員 南 庄 淳

大阪大学大学院 学生員 〇佐藤 徹

大阪大学工学部 学生員 小山 武志

1. はじめに 現在、わが国で建設される高架橋あるいは中小橋梁の上部工には、継手部において伸縮装置を用いる単純桁形式が多く採用されている。しかし、このような継手部の存在により、床版自体の損傷など種々の問題が生じている。これらの問題を解決するため、上部工を多径間にわたり連続化することにより、継手部そのものをなくすことが、問題を解決する有効な方法であると考えられる。上部工連続化を実現するには、まず桁と桁の接合方法が問題となる。そこで、本研究では、桁と桁との接合部の試案を作成し、その接合部を含む供試体に対する実験を行うとともに、接合部の強度について検討を行う。

2. 実験概要 (1)供試体 上部工として合成桁を考え、RC部の接合部を介して接合させたものを考えた。接合部の形状は2種類考えた。一つは桁端での端横桁の存在などを考慮して接合部の拡幅を行ったものであり、もう一つは接合部の拡幅を行わないで合成桁から連続した形状のものである。前者の接合部をもつ供試体は接合部近傍の合成桁では応力伝達の円滑化のためフランジを徐々に拡幅して接合部の幅に合わせた。拡幅あり接合部の周辺図を図-1に、拡幅なし接合部の周辺図を図-2に示す。また、同時に耐荷力などの比較のために単純合成桁の供試体も作製した。

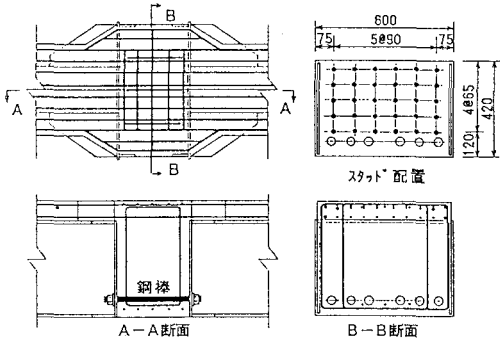


図-1 拡幅する接合部周辺の配筋とスタッド配置

(2)実験方法 実験では4種類の載荷方法で接合部に荷重を作用させた。1) 正の純曲げを作用させるもの、2) 負の純曲げを作用させるもの、3) せん断力と正の曲げを同時に作用させるもの、4) せん断力と負の曲げを同時に作用させるもの、の4種類である。そして上記いずれかの載荷方法で載荷・除荷を繰り返しながら最大荷重に至らしめた。

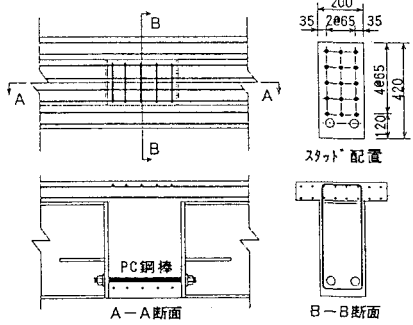


図-2 拡幅しない接合部周辺の配筋とスタッド配置

(3)実験結果 各供試体の破壊性状を表-1に示す。また荷重-変位関係を図-3に示す。図-3(a)より供試体A1は単純合成桁C1に比べて初期剛性に劣るものの、むしろ靱性では優れているのがわかる。図-3(b)より供試体A2は降伏後の塑性流れが大変顕著であることがわかる。また、図-3(c)より供試体B1とB2の関係は、供試体A1とA2の関係とはほぼ同様の傾向が見られる。

表-1 供試体の種類と破壊性状

供試体	接合部種類	作用断面力		破壊性状
		曲げ	せん断	
A1	拡幅あり	正	—	接合部の床版の圧潰
A2	拡幅あり	負	—	鉄筋降伏とコンクリート圧潰
A3	拡幅なし	正	—	接合部のわれと床版圧潰
B1	拡幅あり	正	○	斜めひびわれと床版圧潰
B2	拡幅あり	負	○	下部鉄筋の降伏
B3	拡幅なし	正	○	接合部のせん断破壊
C1	単純合成桁	正	—	載荷点近傍の床版圧潰
C2		負	—	断面全塑性

注) C1, C2は単純合成桁であり、A1, A2に準じて載荷を行った

3. 耐荷力の評価 以下に述べる算定法によって求めた耐荷力の計算値を表-2に示す。

○曲げ耐力の算定法 接合部断面と同一断面をもつ単純梁としてRC理論によって計算を行った。

Yuhshi FUKUMOTO, Shigeyuki MATSUI, Yasuhiro OHTANI, Atsushi NANJO, Toru SATOH, Takeshi KOYAMA

○せん断耐力の算定法 一般にRC梁の終局せん断力(S_u)はトラス加ジ-を基本にして、トラス作用で負担するせん断力(S_w)とトラス作用以外で負担するせん断力(S_c)の和で表される。 S_c の大きさはせん断ひびわれ発生時のせん断力にほぼ等しく、圧縮部コンクリ-、骨材のかみ合わせ、ホヅ作用などによるせん断抵抗力である。ここでは土木学会基準のせん断補強筋を用いないときの棒部材のせん断耐力を求める式で計算を行った。 S_w はせん断補強筋が降伏するときのせん断力であり、その値は次式で算出した。

$$S_w = (A_w / a) \sigma_{wy} \sin \theta (\cot \alpha + \cot \theta) z$$

ここに、 A_w / a : 接合部単位幅当たりの腹鉄筋断面積

σ_{wy} : 腹鉄筋の降伏応力度

z : 応力中心間距離 ($d/1.15$ とした)

θ : 腹鉄筋と軸線のなす角 ($\theta=90^\circ$)

α : 斜めひびわれと軸線のなす角

ここでは次式で与えた

$$\alpha = \tan^{-1} (\text{応力中心間距離} / \text{接合部幅})$$

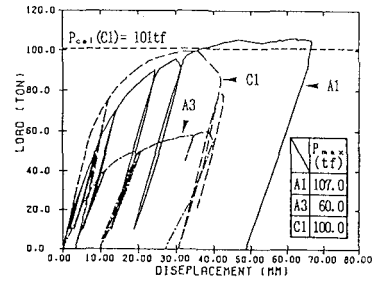
(1) 供試体A1, A2: 接合部断面をA1については複鉄筋長方形断面として取り扱った。A2については引張側鋼棒が圧縮力の分担に寄与していないと考え、単鉄筋長方形断面として計算を行った。両供試体とも実験結果と計算値はほぼ一致している。

(2) 供試体A3: 接合部を複鉄筋T型断面として計算を行うと、計算値は実験値より大きく評価されている。そこで、実験結果よりPC鋼棒に作用している応力を調べると、終局時においても弾性範囲内の約8000kgf/cm²であり、たわみの増加にも関わらず鋼棒の応力にはそれ以上の増加が見られないことがわかった。この原因として、RC接合部の終局状態に先行して、鋼棒定着部(鋼桁エントプレート)が降伏に達したことが考えられる。終局時におけるPC鋼棒の応力から力の釣合を考へて中立軸の位置を決め、終局曲げモーメント M_u を算出すると $M_u=35\text{tfm}$ となり実験値とほぼ一致する。

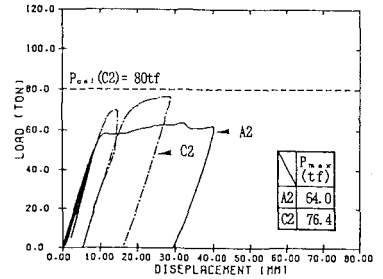
(3) 供試体B1, B2: 供試体B1の耐力は曲げによるものとせん断によるものが近い値であったが、破壊モードは曲げであり、B2の耐力は曲げが支配し、両供試体とも実験値にはほぼ一致している。また、両供試体ともせん断耐力算定に際しては接合部内橋軸方向のル-プ筋を考慮した。

(4) 供試体B3: 耐力はせん断が支配し、その値は実験値にはほぼ一致している。

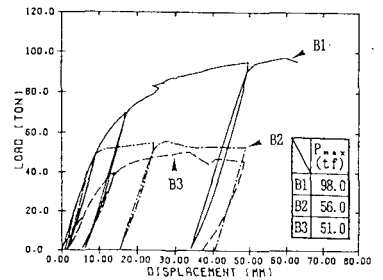
4. まとめ 本研究では、連続化合成桁における接合部の耐力の検討を行った。接合部の耐力はRC部の耐力あるいは鋼桁エントプレートの強度に依存する。接合部の拡張は応力の分散に有効であり、その場合の耐力はRC梁と同様の方法で推定できる。拡張なしの接合部では、鋼桁エントプレートの降伏が挙動を支配する場合がありますため、その強度について検討する必要がある。



(a) 供試体A1, A3およびC1



(b) 供試体A2およびC2



(c) 供試体B1, B2およびB3

図-3 荷重-変位関係

表-2 耐力の推定

供試体	実験耐力			推定耐力		
	P_u (tf)	曲げ(tfm)	せん断(tf)	曲げ(tfm)	せん断(tf)	P (tf)
A1	107.0	66.88	—	58	—	108
A2	64.0	-40.00	—	41	—	65
A3	60.0	37.50	—	53	—	85
B1	98.0	53.55	72.45	63.00	58 *	95
B2	56.0	-30.60	-41.40	36.00	41 *	55
B3	51.0	27.87	37.70	32.79	53	32 *

注1) B1, B2, B3の供試体については接合部の左右境界面で曲げモーメントの値が異なるため、それらの値を表す。

注2) *印は接合部破壊を支配する耐力