

# 頭付きスタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の耐力評価に関する一検討

(一社)日本橋梁建設協会 正会員 ○楠田 広和, 岑山 友紀, 橋 肇  
(独)土木研究所 正会員 和田 圭仙, 遠藤 繁人, 七澤 利明

## 1. はじめに

橋台部ジョイントレス構造における鋼桁と鉄筋コンクリート橋台の接合部(以下,鋼-コンクリート接合部と称す)のずれ止めとして一般的に用いられている頭付きスタッド(以下,スタッドと称す)について既往の研究成果では,曲げモーメントを受ける部位での耐力特性は明らかにされておらず,地震時挙動に対する知見や具体的な照査方法等が明らかでない。本検討では,インテグラルアバット構造と門型ラーメン構造を対象とし,スタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の耐力特性・挙動の評価を行うための正負交番実験<sup>1)</sup>や別途報告する3次元弾塑性解析のための基本条件の試算を目的に実施した全体系平面骨組解析による試設計結果を報告する。さらに,鋼-コンクリート接合部の耐力階層化設計法の提案に向け,試設計結果を用いて試算した終局曲げ耐力の比較結果を報告する。

## 2. 全体系平面骨組解析による試設計の概要

中小橋梁を想定し,単径間橋梁を対象に試設計を行った。表-1に解析ケースを示す。橋長,橋台高,橋梁形式(多主桁橋・少数主桁橋,合成桁・非合成桁)をパラメータとし,鋼-コンクリート接合部着目の断面力が最大・最小を網羅するケースを選定した。また,地盤条件や適用支間など適用範囲が異なることから,インテグラルアバット構造と門型ラーメン構造に対してそれぞれ16ケースを選定し,合計32ケースに対する試設計を実施した。図-1に対象橋梁と解析モデル概要図を示す。一本棒の平面骨組フレームを用いた線形解析とし,上部工および橋台堅壁,杭基礎を含めた全体系をモデル化した。橋台下端は,弾性固定として地盤バネおよび杭剛性を考慮し,バネ定数は常時および地震時で各々考慮した。インテグラルアバット構造の地盤種別は,杭基礎の適用地盤を想定してⅡ種,Ⅲ種とした。一方,門型ラーメン構造の地盤種別は,いずれの地盤でも適用可能性があるが,接合部断面力最大・最小着目とすることから中間となるⅡ種地盤は対象外とした。荷重条件は,「インテグラルアバット構造の設計・施工ガイドライン(案)」<sup>2)</sup>に準じて死荷重・活荷重と温度,土圧,レベル1地震動の組合せケースとした。解析ステップは,鋼桁架設~床板打設時は仮支承で支持(鋼-コンクリート接合部の境界条件はピン結合)した架設系を考慮した。

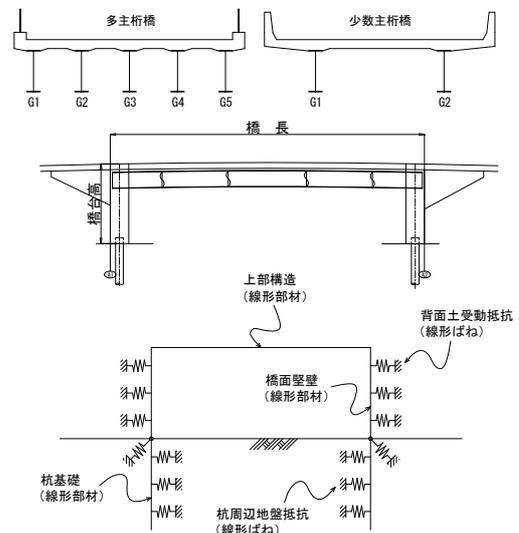


図-1 全体系平面骨組解析モデル概要図

表-1 全体系平面骨組解析ケース

インテグラルアバット構造					門型ラーメン構造						
橋長 (m)	橋台高 (m)	地盤種別	橋梁形式	接合部断面力着目	ケース名	橋長 (m)	橋台高 (m)	地盤種別	橋梁形式	接合部断面力着目	ケース名
20	5	Ⅲ種	多主桁・合成	最大	case1	20	5	Ⅲ種(液状化有)	多主・合成	最大	case17
			少数・合成	最大	case2				少数・合成	最大	case18
		Ⅱ種	多主・非合成	最小	case3			Ⅰ種	多主・非合成	最小	case19
			少数・非合成	最小	case4				少数・非合成	最小	case20
	10	Ⅲ種	多主・合成	最大	case5		15	Ⅲ種(液状化有)	多主・合成	最大	case21
			少数・合成	最大	case6				少数・合成	最大	case22
		Ⅱ種	多主・非合成	最小	case7			Ⅰ種	多主・非合成	最小	case23
			少数・非合成	最小	case8				少数・非合成	最小	case24
40	5	Ⅲ種	多主・合成	最大	case9	40	5	Ⅲ種(液状化有)	多主・合成	最大	case25
			少数・合成	最大	case10				少数・合成	最大	case26
		Ⅱ種	多主・非合成	最小	case11			Ⅰ種	多主・非合成	最小	case27
			少数・非合成	最小	case12				少数・非合成	最小	case28
	10	Ⅲ種	多主・合成	最大	case13		15	Ⅲ種(液状化有)	多主・合成	最大	case29
			少数・合成	最大	case14				少数・合成	最大	case30
		Ⅱ種	多主・非合成	最小	case15			Ⅰ種	多主・非合成	最小	case31
			少数・非合成	最小	case16				少数・非合成	最小	case32
解析ケース数					16ケース	解析ケース数					16ケース

キーワード 橋台部ジョイントレス構造, 頭付きスタッド, 全体系平面骨組解析

連絡先 (社)日本橋梁建設協会 〒105-0003 港区西新橋1-6-11 TEL: 03-3507-5225 FAX: 03-3507-5235

3. 全体系平面骨組解析による試設計結果

ずれ止め用スタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の設計法は確立されておらず、作用力に対するスタッドおよびフランジ支圧面での抵抗比率が不明である。試設計では、鋼桁上下フランジ面の支圧力を無視し、鋼-コンクリート接合部作用断面力（軸力 N、曲げモーメント M、せん断力 S）から算出したフランジ作用力  $P=M/H+N/2$  に対し、フランジ面に配置したスタッドのみで抵抗すると仮定して必要スタッド本数を算出した（図-2）。スタッドは、鋼-コンクリート接合部のような剛域におけるスタッドのずれ性状を確認するために行った正負交番実験<sup>1)</sup>と同じ方針とし、1本あたりのスタッドの許容せん断力を道路橋示方書の評価式で算定される値の2倍として安全率を半分に低減させた上で必要本数を配置した。

全32ケースに対するフランジ作用力の比較結果を図-3に示す。試算ケースでは、レベル1で決定されず、全て温度荷重との組合せケースで鋼-コンクリート接合部断面が決定される結果となった。多主桁橋における最大断面力ケースは、case29の門型ラーメン構造で多主桁橋（合成桁、Ⅲ種地盤）、橋長60m、橋台高15mであった。試設計結果のうち、堅壁厚が相対的に薄く、上下部接合の鋼桁埋込み長が長くなるケースは、case13:インテグラルアバット構造で多主桁橋（合成桁、Ⅲ種地盤）、橋長40m、橋台高10mとなった。図-4は、case13で堅壁厚を最小まで絞ったスタッド配置図である。また、耐力階層化設計法提案に向け、自治体で採用機会の多い多主桁橋の合成桁・非合成桁を対象として、鋼-コンクリート接合部の終局曲げ耐力の試算を行った。試算ケースおよび試算結果を図-5に示す。なお、今回の試算では、材料強度や寸法誤差に伴うばらつきは無視している。いずれのケースも、終局耐力は、堅壁側RC断面  $M_{BU}$  < 鋼桁断面  $M_{AU}$  < 鋼-コンクリート接合部  $M_{CU}$  という結果となった。鋼-コンクリート近傍が損傷する場合は、復旧性がよく、サービスレベルの低下の少ない堅壁側RC断面となる結果となった。

4. まとめ

橋長、橋台高、橋梁形式（多主桁橋・少数主桁橋、合成桁・非合成桁）をパラメータとして実施した平面骨組解析による試設計を行った。本結果を踏まえて実施した正負交番実験や3次元弾塑性解析結果の検証により、スタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の耐力特性・挙動を明らかにし、要求性能を満足させる照査方法や構造細目等の確立を図っていく予定である。

謝辞：(独)土木研究所との共同研究の一環として実施し、本研究に際して、大阪工業大学の栗田章光教授および大阪大学の小野潔准教授に多大なるご協力を頂いた。記して関係各位に感謝の意を表します。

参考文献：1)遠藤繁人，和田圭仙，七澤利明：頭付きスタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の耐力評価に関する実験的研究，土木学会第69回年次学術講演会概要集，I-177，pp.353-354，2014.9，2)独立行政法人土木研究所：橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書（その3），土木研究所共同研究報告書，第404号，2012.3

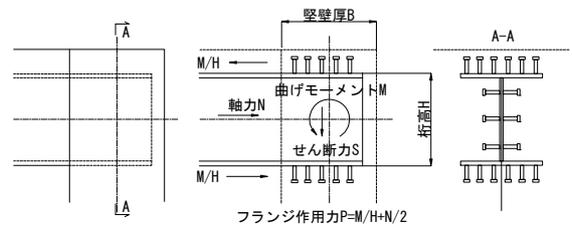


図-2 フランジ作用力 P の算出要領

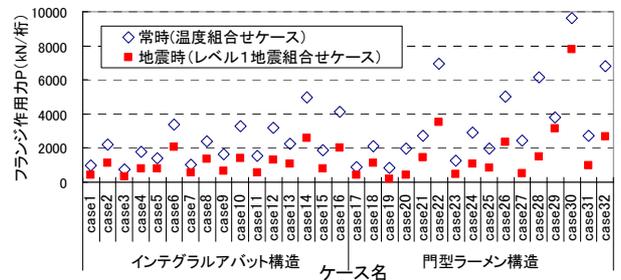


図-3 試算ケースのフランジ作用力の比較

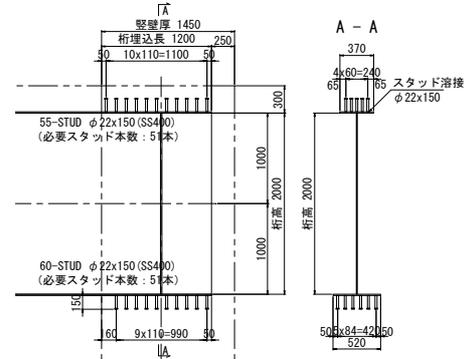


図-4 スタッド配置図（埋込み浅いケース）

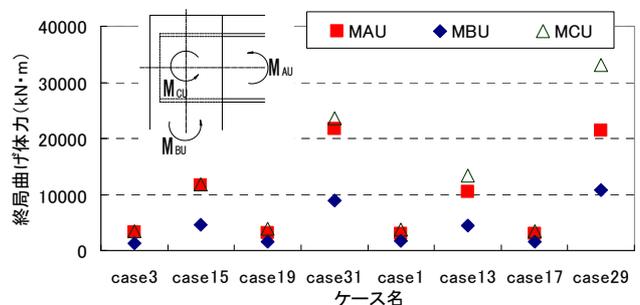


図-5 鋼-コンクリート接合部の耐力比較結果