

PSI-7 複合橋梁の継手部に関する基礎的研究

日本大学 理工学部 正員 若下藤紀
NKK 正員 若菜弘之

1. はじめに

鋼とコンクリートの複合構造は、それぞれの材料の特性を生かし、設計・施工面の合理化を図り得る構造として、土木の種々の構造にその適用が検討されている。橋梁においても、複合斜張橋の塔や主桁で種々の複合化が検討され、幾つかの構造形式が実施されてきている。さらに、桁複合連続桁や、鋼床版とRC床版との複合構造等、新しい構造も提案されている。しかし、この種の構造で生ずる鋼部材とコンクリート部材との継手部分は、実施例はあるものの、その設計手法は未だ確立されていない。

本研究は、代表的な構造要素で構成される幾つかの継手構造を選び、伝達力について軸圧縮力及び引張力の両面から構造各部の応力性状を数値的に検討したものである。各構造要素の特性の把握と各継手タイプの基礎的評価を行い、継手構造を設計するための、基礎的データを得ることを研究の目的としている。

2. 解析モデル

図-1に対象とした継手モデルを示す、継手は、スタッドジベル、支圧板（前面＜後面＞プレート）、及び中詰コンクリートから構成されている。引張を受けるケースでは、PC鋼棒でプレストレスを入れるモデル化を行っているが、本図では省略している。継手寸法については、桁複合斜張橋のコンクリート箱桁のフランジの厚さを300mm程度と考え、他の数値を設定している。構造は、前面プレート案と後面プレート案の2種類とし、継手部長さ l を、300mm、600mm、及び900mmの場合、プレート厚さを12mm、24mm、及び0mm（無し）の場合について、軸力（圧縮力及び引張力）を与えて数値解析を行った。解析は、FEM四角形要素を使用し、図中の継手部に対して、高さ方向10分割、長さ方向12分割の割合で、要素分割を行った。スタッド部分は、コンクリートと鋼板のズレ方向に作用する線形バネとして評価した。バネ定数は、既応の研究例¹⁾を参考に、スタッド一本当たりのバネ定数を $0.20 \times 10^6 \text{ kg/cm}$ として、これをモデルの節点間のバネ定数に換算した。与える軸力は200t/mとした。この場合、コンクリート部分に生ずる平均応力度は 66.7 kg/cm^2 となる。

3. 解析結果

設定したパラメータに対して、①コンクリート部の応力集中（高圧縮域及び引張域）、②スタッドジベルに作用するせん断力の分布、③スタッドジベルと前面（後面）プレートとの軸力の分担率、について比較検討を行った。ここでは②及び③について述べる。

図-2に、軸圧縮力が作用する場合のせん断力分布を示す。前面（後面）プレートのある継手のせん断力の分布は、ほぼ三角形分布を示している。同一の継手長の場合、前面プレートの方がスタッドに作用する力が大きくなるようである。また継手長が長くなるほど、スタッドに作用するせん断力の最大値は大きくなっている。これは、継手長の増加率より、プレートに対するスタッドのせん断力分担率の増加率が上回ることを示している。継手長が $2d$ （ $l=600\text{mm}$ ）の場合について、プレート板厚を倍の24mmとしているが、この程度の剛性の増加では、プレートとスタッドのせん断力分担率は、ほとんど変化しない。これを0mm、すなわちプレートが無い場合、図中に示すように、継手の両端でせん断力は大きくなるが、ほ

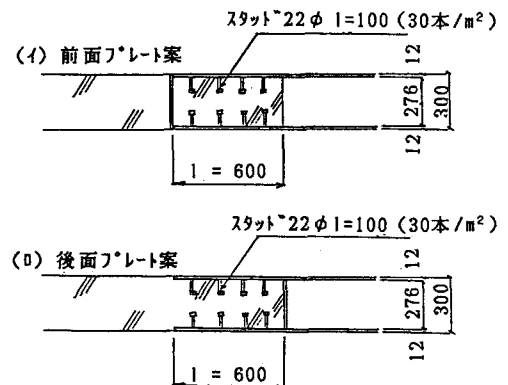


図-1 継手モデル

ば均等の分布を示している。当然のことであるが、スタッドのみで力を伝達する場合、スタッド一本当たりの作用力はプレート案と比べて大きくなっている。スタッドの許容せん断力を合成桁の設計を参考にすれば、本例では、2.9t/本であるが、与えた軸力では、この許容値を大きく上回っている。スタッドの本数を増やしても、スタッド部の剛性増加により軸力の分担率も上がると考えられるため、ジベルの最大作用せん断力は、大きくは下がらないと考えられる。これについては、今後の検討としたい。

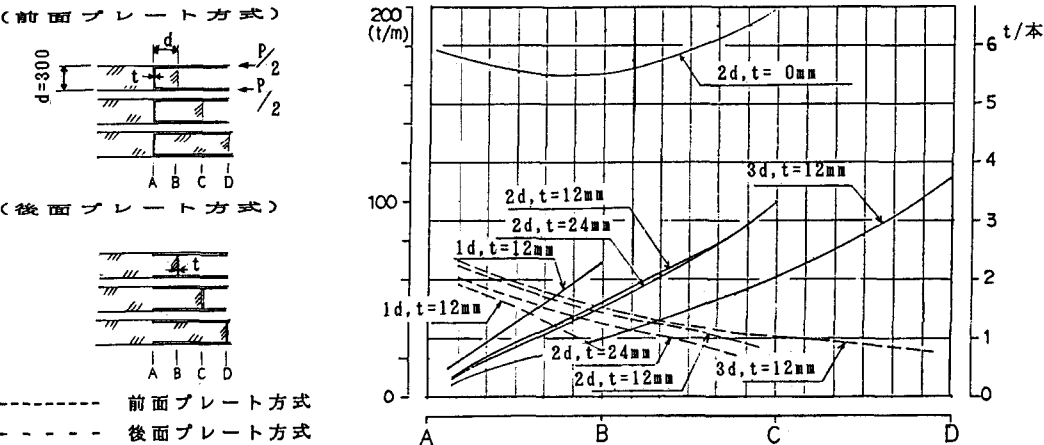
表－1に、プレートとジベルの分担率及びジベルの最大作用せん断力を示す。本解析では、プレートの分担率が圧縮で60～90%、引張で30～80%有り、プレートが継手の軸力伝達にかなり有効であることを示している。また、この結果は同一継手長さでは、引張の方がジベルのせん断力分担率が大きくなることを示している。継手長については、引張を受ける場合が圧縮に比べて影響が大きい。分担率への影響が最も大きいケースは、引張を受ける前面プレート案である。また、引張を受ける後面プレート案のみが、他ケースと異なりスタッドの最大作用せん断力が継手長の増加と共に減少している。

今回の解析の結果より、各継手タイプの評価を設計の観点からまとめてみた。これを表－2に示す。

4. おわりに

今回の解析は、設定した構造のモデル化の段階で種々の仮定を設けており、得られた結果の一般化については、まだ多くの検討を要すると思われるが、この試算例が、今後の継手検討の参考となれば幸いである。最後に、本研究は、筆者らの所属する鋼橋技術研究会複合構造部会における、昭和63年度の研究活動成果の一部であることをここに報告させていただきます。

- 【参考文献】 1) 山本、中村：Studd Shear Connectorの試験報告、土木研究所報告、昭和38年1月、
2) 鋼橋技術研究会複合構造部会：昭和63年度研究報告書、平成元年3月



図－2 スタッドに作用するせん断力

表－1 分担率とジベルの最大せん断力の比較

継手 タイプ	伝達力 の種類	分 担 率 (%)				プレートの 分 担 率 の 変 化 3d/1d	ジベルの 最大せん断力 TON/本		
		ジベル 2d	プレート(前面、後面) 1d 2d 3d				1d	2d	3d
ジベル のみ	圧 縮 引 張	100 0	0 0	0 0	—	—	6.7	—	—
前面ブ レート	圧 縮 引 張	29 48	89 81	71 52	56 31	56/89=0.63 31/81=0.38	2.3	3.3	3.7 5.5
後面ブ レート	圧 縮 引 張	24 66	89 45	76 34	67 31	67/89=0.75 31/45=0.69	1.9	2.3	2.4 4.3

1d、2d、3d 継手長さ（d：継手厚さ）

表－2 継手部の要求と適した継手タイプ

継手部の応力 設計の要求	○：適した構造／対策		
	ジベルのみ	前面プレート	後面プレート
圧縮	○	○	○
引張	○	○	△
プレートとジベルで力を分散したい場合	—	ジベルのある継手部を長くする。	同 左
ジベルの応力を小さくしたい場合	—	ジベルのある継手部を短くする。	ジベルのある継手部を圧縮で短く、引張で長くする。