

あと施工アンカーを用いた接続部の設計に関する一考察

西日本高速道路(株) 正会員 ○井上 健太
NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員 関 宏一郎
NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員 児嶋 基成

1. 目的

案内標識や情報板等を橋梁区間に設置する際には、事前に配置計画を行い、取付部材を予め設置しておくことが前提であるが、やむを得ない場合には橋脚等のコンクリート躯体にアンカーと鋼製ブラケットを用いて接続する方法が取られる場合がある。しかし、アンカーや鋼製ブラケットの設計にあたっては、各種基準類を準用して設計を行うと、ブラケットの張出長が長い場合などには、従来の設計方法では見込んでいない外力の発生も懸念される。

そこで、本検討では実物大試験体による载荷試験およびFEM解析を行い、アンカーに発生する軸力について検討を行った。

2. 実験概要

実験に用いた試験体は、コンクリート版にM24（埋込み長さ 100mm）の金属拡張アンカーを用いて鋼製ブラケットを接合したものである。試験体概要を図-1に、アンカー部の詳細を図-2に示す。アンカーおよび鋼製ブラケットのベースプレートにひずみゲージを取付け、ひずみの計測を行った。鋼製ブラケットへの载荷は付け根部から 1.65mの位置とし、単調载荷を行った。

3. 実験結果

载荷荷重と計測したアンカーひずみから求まるアンカー軸力との関係を図-3に示す。図より、おおむね1段目のアンカー（S1～S3）が限界耐力 P_u に達した時点で最大荷重となっていることがわかる。また、アンカーの最大軸力には約 15%のばらつきがあった。ここで、アンカーの限界耐力はコンクリート躯体のコーン状破壊で決まり、算出式は以下のとおりである。

$$P_u = \phi_2 \times \alpha_c \times c_{ot} \times A_c / 1000 = 32.2 \text{ kN}$$

P_u : コーン状破壊の耐力

ϕ_2 : 長期・短期荷重の低減係数であるが、ここ

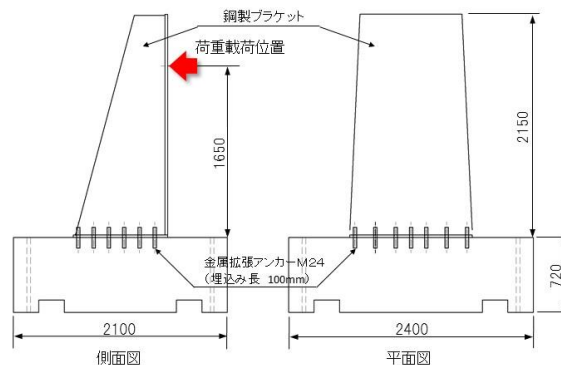


図-1 試験体概要

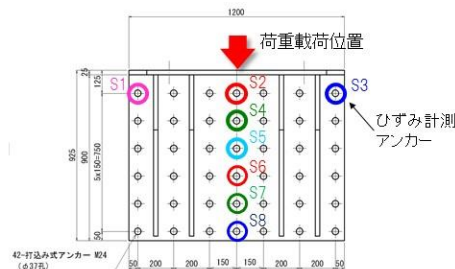


図-2 アンカー部詳細およびひずみ計測アンカー

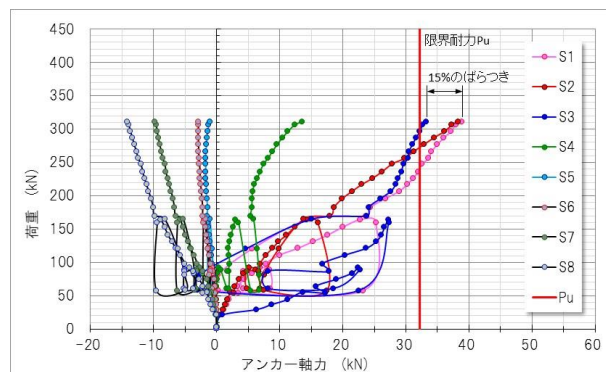


図-3 荷重-アンカー軸力関係

では1.0とする。

α_c : 施工のばらつきを考慮した低減係数 $\alpha_c = 0.75$ とする。

c_{ot} : コーン状破壊に対するコンクリートの割裂強度 $c_{ot} = 0.31 \times \sqrt{F_c}$

F_c : コンクリート圧縮強度で、試験結果の平均値である $F_c = 38.2 \text{ N/mm}^2$ とする。

キーワード : あと施工アンカー, 鋼製ブラケット, 荷重分担, そりねじり

連絡先 : 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町1-1-3 西日本高速道路(株) TEL06-6344-9603

また、引張力は1段目、2段目のアンカー（S1～S4）のみに発生していることがわかる。図-4に載荷点直下のS2～S8アンカーの各荷重時（90kN, 160kN, 311kN）のアンカー軸力と鋼製ブラケットの上縁からアンカーまでの距離の関係を示す。図より、アンカー群の図心位置付近までで引張力が発生していることがわかる。

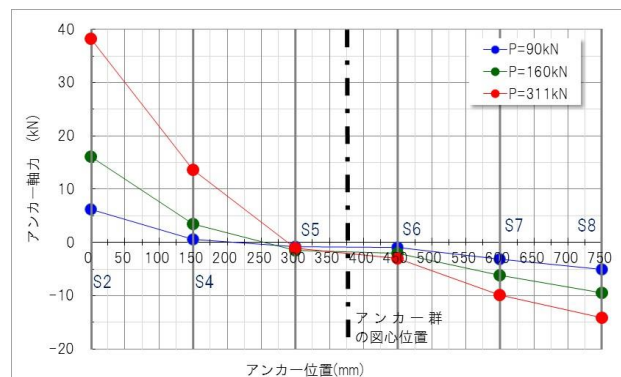


図-4 アンカー軸力と載荷面からの距離

4. FEM解析

実験に用いたあと施工アンカーおよび鋼製ブラケットをモデル化し、FEM解析を行った。載荷ケースは案内標識や情報板等への風荷重を考慮し、鋼製ブラケットに対して鉛直方向（面内載荷）と水平方向（面外載荷）の2ケースとした。なお、面内載荷ケースが実験と同様の載荷ケースとなる。解析モデルを図-5に示す。

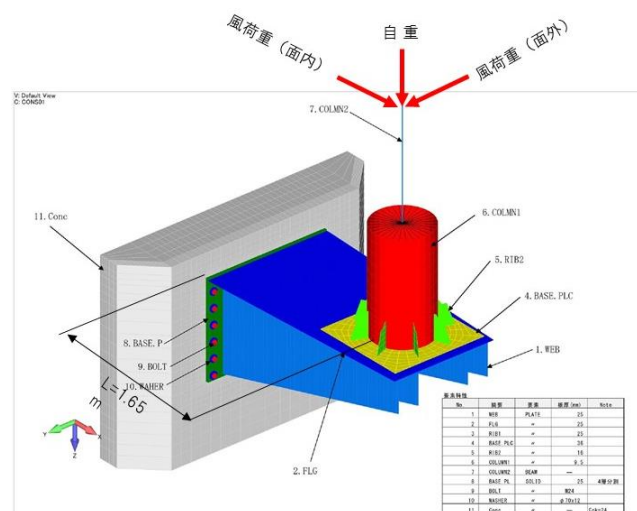


図-5 解析モデル

1) 面内載荷

面内載荷におけるアンカーの軸力分布を表-1に示す。実験結果と比較し、おおむね同様の傾向となっており、アンカーの軸力はアンカー群の図心位置付近までしか引張力が発生していないことがわかる。

また、リブに挟まれたアンカー（2列目・6列目）

の軸力が他のアンカーと比較して、大きくなっていることがわかる。実験におけるベースプレートのひずみもリブと直交する方向のひずみが大きくなっていたことから、リブによる「てこ反力」の影響によるものと推察される。

表-1 面内載荷時の軸力分布

(単位: kN)							
	1列目	2列目	3列目	4列目	5列目	6列目	7列目
1段目	3.6	6.1	3.7	1.7	3.7	6.1	3.6
2段目	1.7	3.5	1.5	0.0	1.5	3.5	1.7
3段目	0.9	1.7	0.8	0.0	0.8	1.7	0.9
4段目	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2
5段目	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
6段目	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1

▲リブ ▲リブ ▲リブ ▲リブ

2) 面外載荷

面外載荷におけるアンカーの軸力分布を表-2に示す。表より、左上および右下に配置されるアンカーに大きな軸力が発生していることがわかる。これはブラケットに作用するそりねじりの影響によるものと推察される。

表-2 面外載荷時の軸力分布

(単位: kN)							
	1列目	2列目	3列目	4列目	5列目	6列目	7列目
1段目	62.2	83.8	37.7	8.3	4.7	3.0	3.2
2段目	26.6	47.0	17.4	1.0	5.7	9.9	5.1
3段目	12.7	21.5	9.0	0.7	11.0	26.0	14.9
4段目	3.4	2.9	2.2	0.7	16.1	43.1	26.7
5段目	3.6	2.3	1.4	1.1	21.6	60.9	38.5
6段目	4.1	3.2	2.7	1.8	24.3	68.0	45.7

▲リブ ▲リブ ▲リブ ▲リブ

5. まとめ

実験・解析結果より、以下の事項が確認された。

- 1) アンカーの荷重分担は、アンカー群の上端からアンカー群の図心位置までの領域にあるアンカーで引張力を負担し、アンカー群の図心位置より下側の領域はコンクリート躯体と鋼製ブラケットベースプレートの接触面で圧縮力を負担する。
- 2) 鋼製ブラケットのリブによる「てこ反力」の影響により、リブ近傍のアンカーには大きな軸力が作用する可能性がある。
- 3) 面外荷重が作用した際に、特にブラケットの張出長が長い場合は、そりねじりの影響により、対角線上のアンカーに大きな軸力が発生する可能性がある。

今後これらの知見をあと施工アンカーを用いた接続部の設計に反映すべく、引続き検討を進めていく。