

一面鋼板補強によるせん断補強効果について

九州工業大学
阪神高速道路公団株式会社

学生会員 立石 匡侑
正会員 西岡 勉

九州工業大学
株式会社ウエスコ

正会員 幸左 賢二
正会員 二井 伸一

1. はじめに

コンクリート橋脚の補強工法として、鋼板とコンクリート部分をアンカーボルトで一体化させる方法がある。全周巻き立てることが好ましいが、三面が店舗等に利用されている場合があり、その場合には図-1 に示すように鋼板を一面のみでせん断補強する工法が考えられる。本研究では、アンカーボルト本数をパラメータとし、実験結果より抵抗メカニズムとアンカーボルトの補強効果の考察を行った。

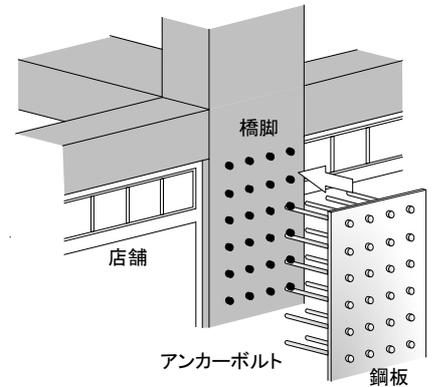


図-1 一面鋼板補強イメージ

2. 実験概要

実験供試体の形状、配筋状況及びアンカーボルトの設置状況を図-2 に示す。供試体のせん断スパン比は $a/d=2.5$ とした。表-1 に供試体一覧を示す。

本実験では、アンカーボルトの設置本数の効果と埋込長の効果を明確にするため、アンカーボルトの本数を 12, 21, 30 本、埋込長を 100, 200mm と変化させている。鋼板のひずみ測定箇所は、鋼板表面のアンカーボルト間に 150mm 間隔でゲージを設置し、計測を行った。また、アンカーボルトのひずみ測定箇所は、埋込長 100mm の場合は基部から 20mm、埋込長 200mm の場合は基部から 20,100,180mm の 3 箇所において、上面、側面にそれぞれ 1 箇所ずつひずみゲージを設置し、計測を行った。

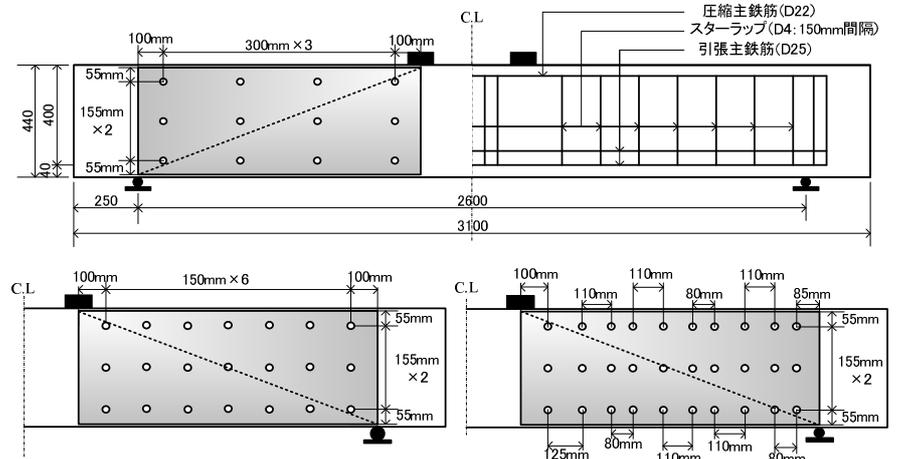


図-2 供試体配筋図およびアンカーボルト設置箇所

表-1 パラメータ及び実験結果

Case	アンカーボルト		S/P_y^{*1}	P_{max}	V_c	$V_s (=P_m - a_x - V_c)$	$\alpha_1 (=V_s/S_s)$	S_s'	$\alpha_2 (=S_s'/S_s)$
	本数	埋込長							
2	12	100	0.75	418	341	77	0.45	80	0.47
3	21	100	0.96	541	341	200	0.67	161	0.54
4	12	200	0.75	368	328	40	0.24	51	0.30
5	21	200	0.96	489	328	161	0.54	124	0.42
6	30	200	1.17	442	328	114	0.27	178	0.42
7	30	100	1.17	436	329	107	0.25	174	0.41

*1 P_y は曲げ耐力で道路橋示方書により算出 α_1 平均:0.40 α_2 平均:0.43

$S=S_c+S_s$

S_c : コンクリート負担せん断力(コンクリート標準示方書より)

S_s : アンカー負担せん断力(式(1)より)

3. 実験結果

表-1 に実験結果を示す。最大荷重はアンカーボルト設置本数が 12 本の Case2, 4 が最も小さく、21 本の Case3, 5 が最も大きな値となった。さらに増やした 30 本の Case6, 7 では 21 本のケースに比べて最大荷重の増加が見られず、逆に減少する傾向となった。実験より得られた補強耐力 V_s を式(1)で算出した設計補強耐力 S_s で除すことにより有効率 α_1 を算出する。

$$S_s = 2 \times n \times \tau_{xy} \times A_s \tag{1}$$

補強耐力 V_s は実験より得られた最大荷重からコンクリート負担せん断力 V_c を差し引いたものである。コンクリート負担せん断力 V_c はコンクリート標準示方書に準拠し算出した。式中のアンカーボルトの設計抵抗本数 n は、斜めひび割れが載荷板と支承板を結ぶ方向に発生すると仮定し、そのひび割れよりも下側の位置にあるアンカーボルトの本数とした。また、アンカーボルト負担せん断力 S_s' をアンカーボルト設計補強耐力 S_s で除すことで有効率 α_2 を算出した。アンカーボルト負担せん断力 S_s' の算出式を式(2)に示す。

$$S_s' = \sum_{i=1}^{n'} \{A_s \times \varepsilon \times E\} \quad (2)$$

アンカーボルト抵抗本数 n' は破壊後の鋼板側ひび割れよりも下側のアンカーボルトの本数とした。アンカーボルトひずみは基部から 20mm で測定した 2 箇所のみずみのうち、絶対値の大きいひずみを用いた。図-3 は各実験ケースの有効率 α_1 と有効率 α_2 の一覧図である。同図より α_1 、 α_2 共にアンカーボルト 21 本の供試体は有効率が高いことが分かる。また、全供試体平均値は $\alpha_1=0.40$ 、 $\alpha_2=0.42$ と近い値になっていることから、補強耐力はアンカーボルト引張ひずみに比例して評価できることを示している。

4. 考察

Case4 供試体の実験結果であるアンカーボルトと鋼板のひずみ値に着目し、一面鋼板補強の抵抗メカニズムについて考察する。破壊後の変状観察において、鋼板にははらみなどは見られず、多くのアンカーボルトで折れ曲がり確認された。アンカーボルトが降伏や破断に至る結果、鋼板への作用力の伝達機能が頭打ちになるものと考えられる。図-4 に Case4 の実験結果よりコンクリート部材のズレの様子を示す。載荷板から離れるに従い、ひび割れ幅は大きく、ズレが大きくなっていることが分かる。図-5 に斜めひび割れより下側に位置した各アンカーボルトのひずみ値とひび割れ幅の関係を示す。また、列ごとのひずみ値を平均化した結果も併記する。同図より、ひび割れ幅の増大に従い、ひずみ値が大きくなり、ひび割れ幅とアンカーボルトの抵抗力には比例関係が成立することがわかる。図-6 は α_2 を算定した抵抗アンカーボルトを対象に、各ひずみ値を表したものである。右下部のアンカーボルト 3 本(A9, 11, 12)のひずみ値は小さく、作用せん断力に対し、負担割合が小さいことがわかる。一方、残りの 2 本(A6, A10)についてはその負担割合が大きいことが分かる。右下部のアンカーボルトの負担割合が小さくなる要因は、コンクリート部材のズレであり、変形量が小さい右下部のアンカーボルトは、負担割合が低くなったと考えられる。以上より、アンカーボルト設置本数 12 本の供試体では、設計抵抗アンカーボルト本数 6 本に対し、有効に機能していたアンカーボルト本数は 2 本程度であり、有効率は低減するものと考えられる。以上より、最大荷重から算出した有効率の平均値を用い、一面鋼板補強によるせん断耐力を式(3)で評価することを提案する。

$$S_s = 0.40 \times n \times \tau_{xy} \times A_s \quad (3)$$

5. まとめ

- 1) アンカーボルト本数をパラメータとした一面せん断耐力評価実験によると、せん断力に対する一面鋼板補強による抵抗は、鋼板がアンカーボルトを介して抵抗するものの、鋼板より先にアンカーボルトが降伏や破断に至った。
- 2) 作用するせん断力に対してアンカーボルトが一様に抵抗しないため、有効係数は 0.4 を用いた、一面鋼板補強によるせん断耐力式を提案した。

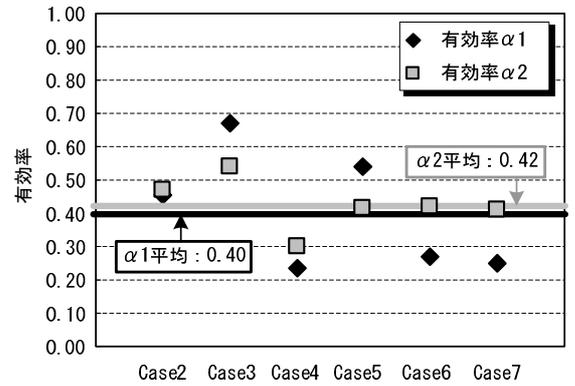


図-3 有効率一覧図

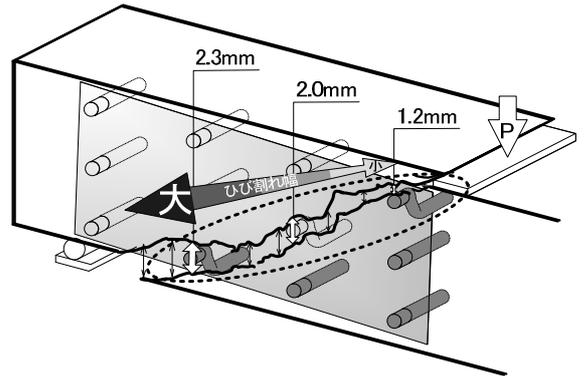


図-4 コンクリート部材のズレの様子

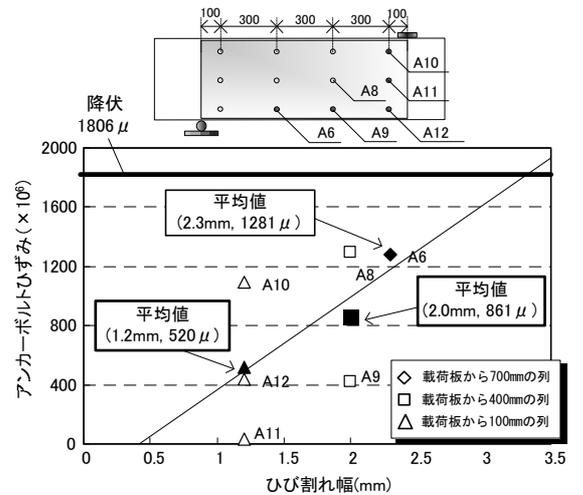


図-5 ひび割れ幅とアンカーひずみの関係

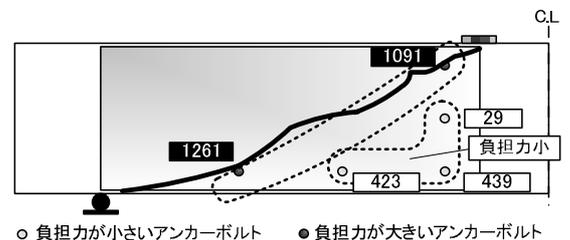


図-6 抵抗アンカーボルトのひずみ分布