

鋼 I 桁橋の耐震連結における端横桁部材の合理化に関する実験

阪神高速道路公団 正員 安東千夏 大阪工業大学工学部 フェロー 園田恵一郎
 阪神高速道路公団 正員 山本昌孝 大阪市立大学工学部 正員 鬼頭 宏明
 株式会社 春本鐵工 正員 木曾収一郎

1. はじめに

阪神高速道路神戸山手線白川出入路では、通常の鋼製端横桁に代えて図-1 に示す剛性の高い RC 構造を採用することにより、落橋防止システムを RC 端横桁に集中配置して桁端部構造の簡素化を図っている。本 RC 端横桁の特徴は、図-2 に示すように、主桁との接合部にパーフォボンドリブ¹⁾の着想に準じたコンクリートジベル方式を採用したことである。そのため、その耐荷性能を実験によって確認した。本稿は、実橋への適用に際して行った 2 種類の性能確認実験の結果および設計と実験の整合について報告するものである。

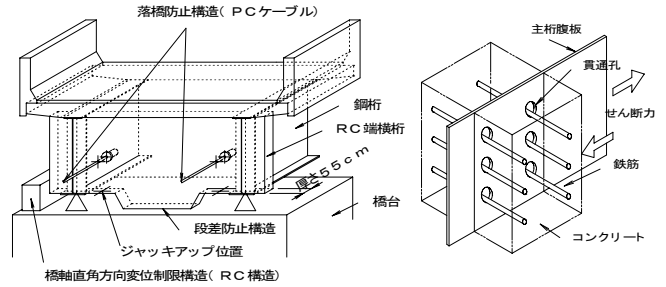


図-1 RC 端横桁一般形状 図-2 RC 端横桁と鋼桁腹板の接合部

2. 直接せん断実験(要素実験)

2. 1 実験概要

図-3 に示すような載荷装置を用いて、コンクリートジベルの直接せん断実験を行った。表-1 に供試体一覧を示す。供試体は各種別毎に 3 体ずつ合計 9 体作製した。ここに、A1 供試体は実験変数をすべて実橋諸元に合わせた基準供試体である。載荷方法は、まず荷重制御による漸増繰返し載荷を行い、載荷荷重に対してずれが急増する傾向が見られた時点で変位制御による単調載荷に切り替えた。

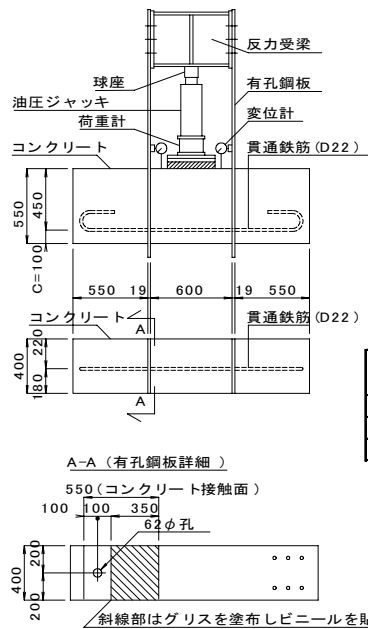


図-3 直接せん断実験供試体

表-1 供試体一覧

供試体名	実験変数		材料定数	
	C (cm)	σ_{ck} (MPa)	f_c (MPa)	E_c (GPa)
A1	10	24	37.4	31.5
A2	5	24	36.2	29.8
A3	10	40	47.9	33.0

注) すべての供試体において、有孔鋼板の板厚・孔径(19mm・62mm)および貫通鉄筋の径・材質(D22・SD345)は実橋諸元に合わせた。

表-2 実験結果一覧

供試体名	D_{exp} (kN)	D_1 (kN)	D_2 (kN)	D_{exp}/D_1	D_{exp}/D_2
A1(平均)	120.2	177	223	0.68	0.54
A2(平均)	118.5	171	220	0.69	0.54
A3(平均)	125.0	227	248	0.55	0.50

注) D_{exp} : せん断耐力の実験値(孔1面当たり)
 D_1 : レオンハルトらの提案式¹⁾による値
 D_2 : 保坂らの提案式²⁾による値

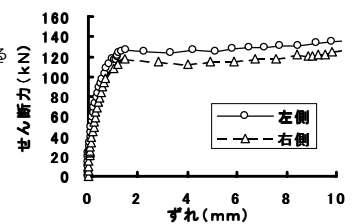


図-4 せん断力-ずれ関係(A1-2)

2. 2 実験結果

表-2 に実験結果を示す。実験から得られたせん断耐力は既往の算定式¹⁾²⁾による値と比較するとかなり低い値であった。また、コンクリートの圧縮強度を変化させてもせん断耐力は変化しなかった。このことから、本橋のコンクリートジベルのせん断耐力を既往の算定式で推定することは困難であると思われた。図-4

に A1 供試体のせん断力-ずれ関係を示す。どの供試体もずれが 1~2mm に達すると載荷荷重の増加に対してずれが急増する傾向にあったが、ずれが 10mm 以上に達してもせん断耐力は低下しなかった。

3. 縮小模型による静的載荷実験

3. 1 実験概要

図-5 に示すような載荷装置を用いて、縮小模型による静的載荷実験を行った。供試体数は 2 体である。

表-3 に実橋と供試体の主たる諸元の比較を示す。載荷方法は荷重制御による漸増繰返し載荷とした。

キーワード：端横桁、落橋防止システム、複合構造、コンクリートジベル

連絡先：阪神高速道路公団 神戸第一建設部 神戸市中央区新港町 16-1 TEL078-331-9801 FAX078-391-5846

3. 2 実験結果

図-6 に B-2 供試体のせん断力-ずれ関係を示す。実橋における設計荷重の約 3 倍に相当する 1200kN で荷重の増加に対してずれが急進する傾向が見られたが、荷重を 1300kN に上げてもしせん断破壊には至らなかった。版の主鉄筋は荷重が 1200kN に到達した時点で降伏した。このことから、本橋の RC 端横桁は、地震時に落橋防止ケーブルによって受ける面外力に対して約 3 倍の耐荷力を有することを確認した。

図-7 に実橋における設計荷重に相当する荷重 (400kN) が作用するときのコンクリートジベルに作用するせん断力の分布を示す。上側のコンクリートジベルは同じ位置(番号)の下側のコンクリートジベルの 1/2 以下のせん断力しか負担しておらず、荷重がさらに増加すれば、かぶりコンクリートが剥離してせん断耐力が増加しなくなった。

4. 設計と実験との整合

4. 1 コンクリートジベルのせん断耐力

本橋において、コンクリートジベルの孔 1 面当たりの終局せん断耐力は設計値(暫定的にレオンハルトらの算定式を準用した)の 111kN に対して実験値は 120kN であった。実験ではコンクリートの圧縮強度が設計値(24MPa)に対して高め(37MPa)に発現したことを考慮し、実施工ではコンクリートの設計基準強度を 24MPa から 40MPa に変更して実験との整合を図った。ちなみに、接合部の設計せん断耐力は、レオンハルトらの提案式にならって 0.7 の強度低減係数を考慮し 84kN とした。

4. 2 面外方向のせん断力に対する設計

図-8 に示すとおり、面外方向のせん断力には、2 列に配置したコンクリートジベルのうち 1 列のみが抵抗すると仮定して設計を行ったが、この設計法の妥当性が実験によって確認できた。

【参考文献】

- 1) Leonhardt Fritz, et. al. : Neues, vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton-und Stahlbetonbau, Heft 12/1987
- 2) 保坂鐵矢ら: 孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.1593~1604, 2000.3

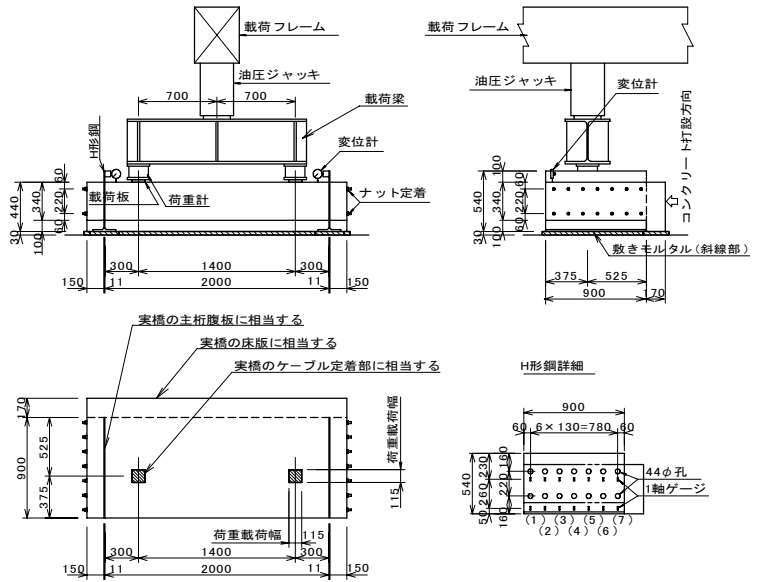


図-5 静的載荷実験供試体

表-3 実橋と供試体の比較

	実橋	供試体
版のスパン	4m	2m
版の厚さ	55cm	34cm
載荷位置	60cm	30cm
載荷面積	2x23x23cm	2x11.5x11.5cm
設計荷重	1642kN	411kN
ジベル孔径	62mm	44mm
貫通鉄筋径	D22	D16

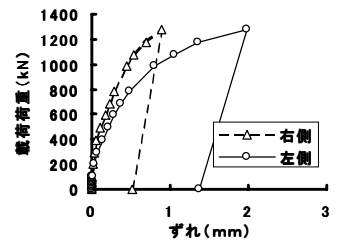


図-6 荷重-ずれ関係(B-2)

表-4 材料定数

供試体名	f_c (MPa)	E_c (GPa)
B-1	38.5	29.4
B-2	37.2	26.6

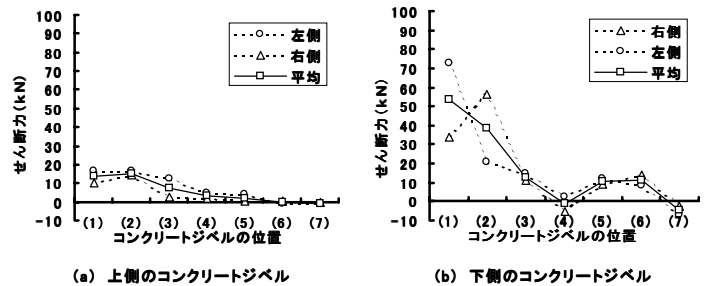


図-7 コンクリートジベルに作用するせん断力の分布(B-2)

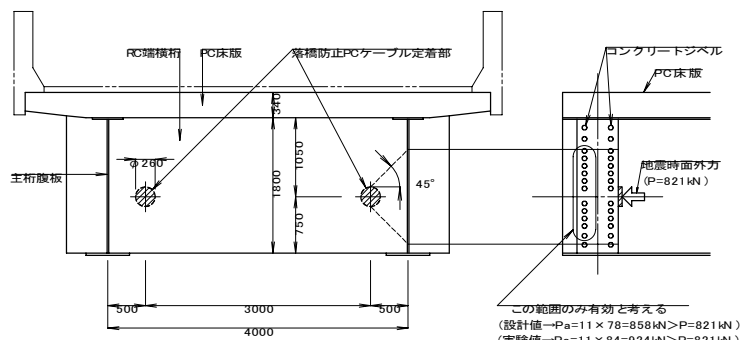


図-8 RC 端横桁と主桁腹板の接合部の設計