

吊り構造形式の吊り材定着部に関する実験的研究

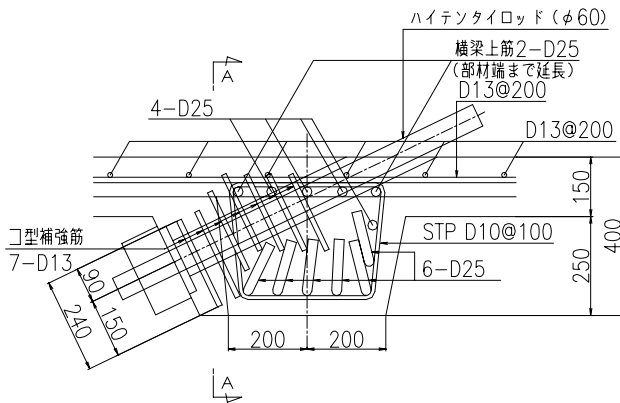
ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 ○横山 力
第一建設工業(株) 佐藤 勇樹
第一建設工業(株) 小島 芳昌
ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 九 富 理

1. 目的

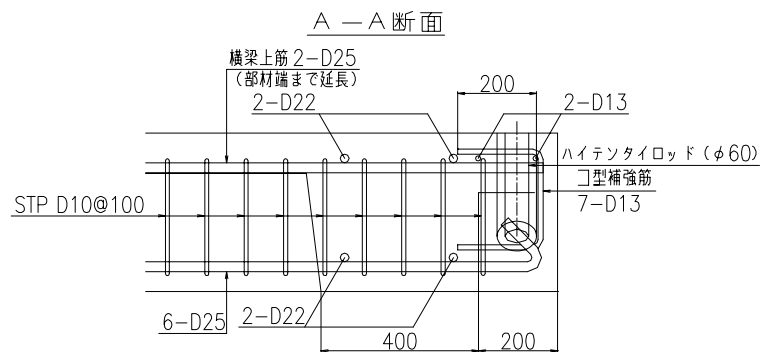
高強度鋼材（ハイテンタイロッド）を吊り材とする吊り構造形式において、鋼材定着部に関する明確な設計手法はない。そのため、このような定着部に対しては既存の評価式を準用したり、模型試験やFEM解析により設計されるのが一般的である。ここでは、実物大の吊り材（高強度鋼材）定着部試験体を製作し、引張載荷試験を実施することにより破壊性状及び耐力を確認することを目的として報告する。

2. 試験概要

試験は定着部の耐力に着目し、試験供試体は定着部を含む一部分を実物（図－1、2 参照）で製作した。ハイテンタイロッドは降伏点 540 N/mm^2 、引張強さ 740 N/mm^2 、 $\phi = 60 \text{ mm}$ の鋼強度鋼材を用いた。供試体を使用した鉄筋はD16 以下 SD295、D19 以上 SD345 とした。コンクリートの配合を表－1 に示す。



図－1 定着部側面図



図－2 定着部断面図

表－1 コンクリートの配合表 (kg/m^3)

供試体名		W/C	C(早強)	W	細骨材	粗骨材*1)	混和剤	スラブ [°]	空気量	U字筋	載荷時強度*2)
40N	1～3	41.8%	388	162	719	1032	2.33	8cm	4.5%	有り	49.2N/mm ²
60N	1～3	34.6%	486	168	729	926	4.86	18cm	4.5%	有り	66.1 N/mm ²
	4～6									無し	61.0 N/mm ²

*1)最大粗骨材寸法は 20mm、*2)養生は蒸気養生

2-1. 試験装置と載荷方法

載荷試験は、製作した供試体を試験装置架台コンクリートに PC 鋼棒で緊結し、油圧ジャッキでタイロッドに引張荷重を与えることにより定着部に載荷した。載荷パターンは、油圧ジャッキの性能を考慮して 5tf 毎に載荷した。なお、ひび割れは載荷毎に測定した（写真－1 参照）。

2-2. 計測項目

測定項目として、ひび割れ発生荷重、最大荷重、ハイテンタイロッドの伸び及び定着板のめり込み量を測定した。また、同時に鉄筋歪み（D25、D13）、コンクリート表面歪みを測定した。



写真－1 試験状況

キーワード 吊り構造、定着部、破壊性状

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6JR 新宿ビル 3F ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)技術本部技術第一部 TEL03-3373-6001

3. 試験結果

試験は9ケースについて実施した。基準ケースは、コンクリート強度60N/mm²程度とし、コンクリート強度及び図に示すコ型補強筋（以下 U 字筋という）の有無が定着部の強度に与える影響を確認することとした。また、タイロッドの偏心の影響を確認するために、タイロッドの引張角度を面外方向に1.46°傾斜させたケースについても試験をおこなった。試験結果一覧表を表-2に示す。

1) コンクリート強度の影響

試験結果より U 字筋が有る場合には、コンクリート強度40N/mm²の定着部耐力は60N/mm²の約90%の耐力であった。

2) U 字筋の効果

試験結果より U 字筋が無い場合の定着部の強度は、U 字筋が有る場合の53%であり、約1/2の強度であった。この結果より、U 字筋には定着部の強度に対する補強効果があることが確認できた。

3) 破壊性状

定着部の破壊は定着板直下のコンクリートに割裂引張り応力が発生し、この引張り応力によりひび割れが発生・伸展して最終的に定着板がめり込んで破壊する支圧破壊の形態を示している（図-4、5、写真-2、3参照）。

4. 考察

今回の試験結果と既往の設計基準に準拠して試算した定着部の耐力の比較を表-3に示す。表より、試験値に近い計算値もあるが、設計基準によっては危険側の結果を与える場合があることがわかる。また、定着部が持続荷重下では、割裂ひび割れ発生後にひび割れ幅が増大していくという報告¹⁾もある。さらに、持続荷重を受ける場合には、今回のような短時間載荷によって得られた耐力よりも低い耐力で破壊するというクリープ破壊の問題がある。定着部を設計する場合には、これらの問題に留意し、試験による確認も考慮に入れた設計が望ましいと考える。

＜参考文献＞1)小嶺ら：「外ケーブル PC 橋の端部定着を想定した定着部の耐久性に関する実験」土木学会第 58 回年次学術講演会(平成 15 年 9 月)

表-2 試験結果一覧表

No.	試験ケース名	ひび割れ発生荷重 (KN)	最大耐力 (KN)	U字筋	タイロッド*
1,2	40N-1,2	平均392 ^{*2)}	平均1060	有り	水平
3	40N-3	392 ^{*2)}	978	有り	傾斜
4,5	60N-1,2	平均466 ^{*1,3)} 、539 ^{*2)}	平均1173	有り	水平
6	60N-3	392 ^{*2)}	986	有り	傾斜
7,8	60N-4,5	465 ^{*2)}	平均627	無し	水平
9	60N-6	465 ^{*2)}	640	無し	傾斜

注記：*1) 定着部底面ひび割れ、*2) 定着部側面斜めひび割れ、*3) スラブ ひび割れ

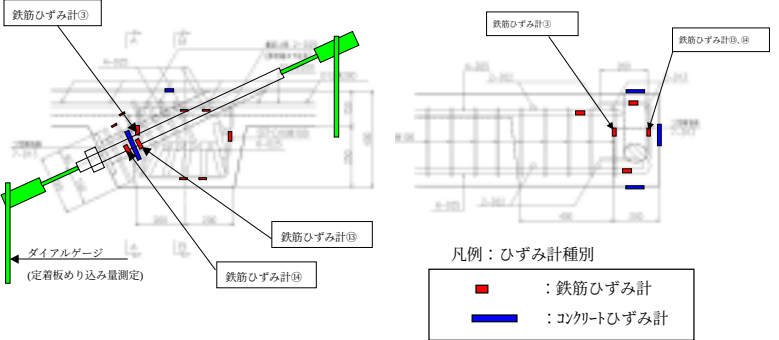


図-3 計測器配置図(U 字筋有り)

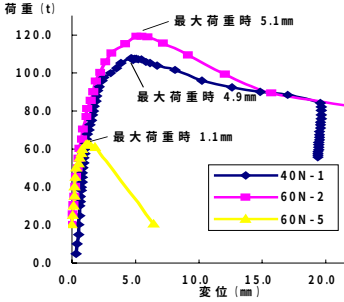


図-4 定着板めり込み量

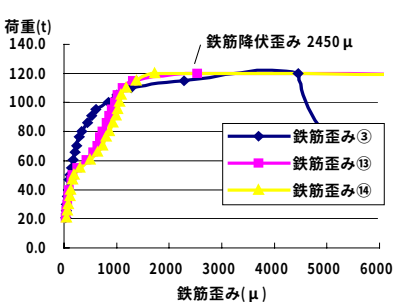


図-5 鉄筋歪み(U 字筋有り、60N-1)



写真-2 定着部破壊状況 (U 字筋有り、60N-2)



写真-3 定着部破壊状況 (U 字筋無し、60N-5)

表-3 定着部の耐力比較

No	試験ケース	試験値 (KN)	計算値 (KN)				
			U字筋なし		U字筋あり		
			①	②	③	④	⑤
1,2	40N-1,2	1060	—	—	1114	1096	740
1,2	60N-1,2	1173	—	—	1295	1270	901
4,5	60N-4,5	627	603	524	—	—	—

- ①建築学会：コンクリートの引張強度×破壊面面積（スリーブ除く）
②土木学会：押し抜きせん断式（スリーブ除く）
③荒川mean式（建築）：梁のせん断式、定着部内の鉄筋はすべて考慮
④土木学会：ディーブーム式（0.2h区間のU字筋3本考慮）
⑤土木学会：コーベルとして計算（U字筋3本考慮、U字筋の付着長で決定）