

論 言 先 幸 告

土木學會誌 第十六卷第三號 昭和五年三月

再び新舊コンクリートの接合に就て

會員 工學博士 吉田徳次郎

Second Report on the Strength of a Construction
Joint of Concrete.

By Tokujiro Yoshida, Dr. Eng., Member.

内 容 梗 概

本文は直徑 15 cm., 高さ 90 cm. の圓筒の高さの中央に於て、新舊コンクリートに 1 時間～72 時間の差ある繼手を有するコンクリート短柱の應應強度を試験し、同形、同大で繼手を有せざるものとの應應強度を比較し、その結果から普通鐵筋コンクリート工事に用ひられる程度のコンクリートに於ては、繼手の施工に相當の注意を拂へば、實驗した 3 日迄の範囲内で、コンクリート柱に作られた構造繼手が其の柱の應應強度に及ぼす影響は、無視し得べき程度のものである事を結論としたものである。

目 次

1. 緒 言
2. 中央に繼手を有するコンクリート短柱の應應強度試験
 - a. 材料
 - b. 供試體の製作及び試験方法
 - c. 試験の結果及び其の説明
3. 結 論
- 附 レイクンスの應應強度

1. 緒 言

著者は本誌第九卷第三號(大正十二年六月)に、新舊 24 時間の差あるコンクリートに就て、種々の方法で施工した繼手を有する桁供試體の繼手の點に荷重を加へて破壊彎曲應張力を試験し、各種の繼手の強度を比較した實驗の結果を報告した。そして、それらから、舊コンクリートの表面に單に撒水しただけで新コンクリートを施工すれば、其の彎曲應張力につき約 2

割の強度を減じ、充分注意して施工した他の各種の継手を有するものに於ては、継手が構造物の強度に及ぼす影響は僅少であると云ふ事を結論とした。當時著者の實驗室に試験機がなかったために、継手を有する抗壓材についての實驗を行ふ事が出来なかつたのは遺憾であつた。此の點に就ては、坂田時和學士や、水谷鑑學士の御討議もあつたので、機會があれば、此の種の實驗をしたいと望んで居つたが、現在著者が行つてゐるコンクリート材料の分離に関する研究の一部として、継手を有するコンクリート柱の應壓強度に關する試験の結果が出來たから、前報告の續報として茲に報告する事にした。

2. 中央に継手を有するコンクリート短柱の應壓強度試験

a. 材 料

セメントは小野田ポルトランド・セメント製造株式會社本社から直接購入したものである。

砂は九州帝國大學工學部内の松林中から採集したもので、単位容積の重量 1 立方米につき 1 553 kg. 空隙 43.2%, 細率 2.28 である。

砂利は福岡縣室見川上流から採集したもので、大きさは 1 吋篩を通過せしめ、第 4 番篩に止つたものである。1 立方米の重量 1 693 kg. 空隙 38.2% 細率 6.59 である。

コンクリート試験に使用したコンクリートの配合は、容積比で 1:2:4 である。セメント、砂及び砂利の 1 立方米の重量を夫々 1 500, 1 553 及び 1 693 kg. とし、凡て重量によつて計量した。使用水量はセメント重量の 80% である。コンクリートは供試體 1 個分の全量或は 1/2 量を、鐵製の練臺上で製作した。混合は手練で、其の順序は先づモルタルを作り、次に砂利を加へて入念に混合した。出來上つたコンクリートのウォオカビリチーは、スランプ 15.5 cm. フロー 205, ドロツブテスト 1.6 である。此のコンクリートの應壓強度を知るために、継手試験の供試體を製作した各々の日に、夫々 3 個の標準應壓強度試験體を製作し、濕砂中に貯蔵し、材齡 28 日に於て應壓強度を試験した。夫等凡てのものゝ平均値は 122 kg./cm². であつた。

b. 供試體の製作及び試験方法

供試體は直徑 15 cm. 高さ 90 cm. の圓筒であつて、高さの中央に継手を有するものと、有せざるものとを製作した。

型枠は日本工業合資會社製 15 cm. × 30 cm. のコンクリート應壓強度試験體製作用の型を 3 段継ぎ重ねたものである。型の凡ての継手は、之を熱して其の面にパラフキンを塗りて接合し、全く水密にした。

供試體番號第8から第14まで7個の供試體は同一日に製作したもので、コンクリートを高さ45cm.まで填充してから、0, 1, 2, 3, 4, 5及び7時間経て、残り45cm.の高さのコンクリートを填充した。即ち第8だけは繼手を有せず、他は圓墻の高さの中央に夫々1, 2, 3, 4, 5及び7時間の差ある新舊コンクリートの繼手を作つたものである。なほ之と同日に、コンクリート應壓強度試験用の15cm.×30cm.の圓墻供試體3個を製作した。

コンクリートの填充は1層を15cm.とし、直徑19mm.長130cm.の鐵棒の1端を鈍く尖らしたもの以て、25回撫き固めを行つた。

繼手を有する供試體の、繼手となるべき舊コンクリートの上面には、コンクリート材料の分離のために、水及びレイタンスの層が存在して居たけれども、之等を取り去らず、所定の時間に達した時、直に新コンクリートを其の上に填充して繼手を作つた。之は、本試験に於て、最も粗悪な繼手の施工がなされた場合に於ける繼手の影響を試験しやうと欲した爲である。斯の如き施工をすれば、繼手の上部に填充された新コンクリートの水量は幾分増加して其の強度を減ずるのみならず、繼手にレイタンスの層が殘る事にもなるのであるから、實際の鐵筋コンクリート工事の場合に於て、柱などの構造繼手を作る時に、充分注意して施工した場合に比較して、著しく劣等な繼手が出來て居る事は明白である。

新コンクリートの填充を終つた後約6時間を経て、應壓強度供試體製作の標準方法に準じて上面の仕上を行ひ、48時間を経て型より外し、濕砂中に貯蔵し、新コンクリートの材齡28日に於て應壓強度試験を行つた。

供試體第12～21は、第8～14と全く同様の方法で製作、養生及び試験されたものである。

供試體第29～32の4個は新舊コンクリートの間に夫々18, 24, 48及び72時間の差ある繼手を有するものであつて、繼手の施工は前同様舊コンクリートの上面に何等の作業をなさず、撒水すらせず、所定の時間に達したる時、直に新コンクリートを填充した。但此の場合には、舊コンクリートの上面の水は既に蒸發して、上面にはレイタンスの層が存在しただけであつた。以上4個の供試體の、舊コンクリートを填充した日に、比較用の繼手を有せざる15cm.×90cm.の圓墻供試體第29'～32'の4個を製作した。供試體の上面仕上げ、養生法は前述と同様である。繼手を有するものと新コンクリートの材齡28日に於て、同一番號の繼手を有せざるものと共に(例へば供試體第29と第29')應壓強度試験を行つて強度を比較した。

供試體第29及び29'～第32及び32'の場合と全く同様の作業を更に2度繰り返して製作、養生及び試験したものが供試體第33及び33'～第40及び40'である。

應壓強度試験に使用した試験機は米國オルゼン會社製、180米噸、4螺旋式萬能試験機である。

c. 試験の結果及び其の説明

直徑 15 cm. 高さ 90 cm. の圓筒供試體の高さの中央に於て、新舊コンクリートに 1 時間～7 時間の差ある繙手を有するもの(供試體第 9～14 及び第 16～21)と、繙手を有せざるもの(供試體第 8 及び第 15)との應壓強度を試験した結果は第一表に示せるが如くである。

第一表 中央に繙手を有するコンクリート短柱の應壓強度

供試體 番號	繙手に於ける新舊コンクリートの時間の差 1～7 時間			繙手を有せざるものに對する強度減少の百分率
	舊コンクリートを打ち終つてから、新コンクリートを打ち繙ぐまでに経過せる時間數	應壓強度 kg./cm. ²	平均應壓強度 kg./cm. ²	
8	0	101	100	—
5	0	99		
9	1	96	91	9
16	1	85		
10	2	94	99	1
17	2	103		
11	3	96	92	8
18	3	88		
12	4	92	89	11
19	4	86		
13	5	101	98	2
20	5	94		
14	7	89	91	9
21	7	92		

寫眞第一は之等供試體の破壊状態を例示したもので、凡ての供試體は本寫眞と類似の破壊状態を示した。

中央に繙手を有してゐるものは、凡て上半部に於て、即高さ 50 cm. から 70 cm.迄の間に於て、最初に縦の亀裂を生じて靜かに破壊した。其の有様は寫眞第一の右方に示されて居るが如くである。繙手を有せざるものは凡て、下半部に於て最初に縦の亀裂を生じて靜かに破壊した。其の有様は寫眞第一の左方に示された如くである。凡ての供試體について、高さの中央で破壊したものはなかつた。

新舊コンクリートに 18 時間～72 時間の差ある繙手を有する供試體(番號第 20～40)及び繙手を有せざるもの(番號第 20'～40')の應壓強度試験の結果は第二表に示せる如くである。

供試體破壊の有様は、前同様寫眞第一に示せるが如くであつて、縫手を有せる供試體は凡て上半部で破壊し、縫手を有せざるものは凡て下半部で破壊し、高さの中央で破壊したものはなかつた。

第二表 中央に縫手を有するコンクリート短柱の應壓強度

縫手に於ける新舊コンクリートの差 18~72 時間

供試體番號	舊コンクリートを打ち終つてから新コンクリートを打つ迄の時間	應壓強度 kg./cm. ²	平均應壓強度 kg./cm. ²	縫手を有せるための強度減少の百分率
29, 33, 37	18	101 105 110	105	5.4
29', 33', 37'	0	108 103 119	110	
30, 34, 38	24	109 99 102	103	6.4
30', 34', 38'	0	106 102 123	110	
31, 35, 39	28	97 110 110	106	5.5
31', 35', 39'	0	108 106 112	109	
32, 36, 40	72	* 108 114	111	2.6
32', 36', 40'	0	(113) 104 123	114	

* 取扱中破損

縫手を有せるものが凡て上半部で破壊した理由は、供試體第9~14及び第16~21の場合に於ては、新舊コンクリートの材齡の差は小であるけれども舊コンクリートの表面に溜つて居つた水が新コンクリートに於ける水分を大ならしめ、従つて強度を減ぜしめた事が主なる原因であるし、供試體第29~40の場合に於ては舊コンクリート上面に溜つた水の影響はないけれども、上下半部に於けるコンクリートの材齡の差の影響が相當大きくあらはれたものであると思はれる。

縫手を有せざるもののが下半分で破壊した理由は、コンクリートが比較的 使用水量の大なるものである爲に、コンクリートのセントリングに伴つて水が上昇する時に、セメントも又上昇し供試體の上部に於ける水量が非常に大となると同時に、セメントも上部に於て非常に豊富になり、上部の方が下部よりも強度が大になる事によるもので、コンクリート材料の分離に起因する現象である。

かくセメントが上昇して、コンクリート體の上部の強度が下部よりも大となる爲に、縫手を有する供試體に於ても、縫手の點で反つて強度が大になり、此の點で破壊を生ぜざる事になるのであらうと思はれる。

本實驗はコンクリート材料の分離に關する研究の一部として行つたもので、本問題に關しての著者所說のを證明するものであるが、詳細に就ては別の機會に譲る事とする。

第一表によつて見ると、新舊コンクリートに2時間及び5時間の差あるものは、繼手の存在による強度の減少を殆んど示して居らぬし、其の他のものでも強度の減少は比較的小であつて、最大11%，全平均について6.6%の強度減少に過ぎない事が知れる。

第二表によつて見ると、繼手の存在による強度減少の割合は、最大6.4%，全平均に就て1.5%に過ぎない。而して、繼手を有せるものゝ新コンクリートの材齢は凡て28日であるのに、繼手を有せざるものゝコンクリートの材齢は、新舊コンクリートの差に相當する時間丈大になつて居るために強度が大に出て居ると云ふ事をも考へ合せると、以上の強度減少の割合を示す數字は、實際は之よりも、もつと小であるべき事が推定される。尙、本試験の供試體の繼手を作るに當つては、前述した様に、舊コンクリートの表面には何等の作業を行はず、或は水の溜つてゐる上に、或はレイクンスの層の上に撒水さへもせずに、直に新コンクリートを打ち繼いだもので、繼手の施工として最も粗悪なものであるが、實際工事に於て新舊コンクリートの繼手を施工する場合には、數時間工事を中止した様な場合には、普通型枠が水を吸收したり、漏水したりするために繼手となる舊コンクリートの上面に、ひどく水の溜つてゐる様な事は妙ないし、若し一日も工事を中止した様な場合であれば、新コンクリートを施工する前に、舊コンクリートの上面に撒水位はするのが普通であるから、別に繼手の施工に就て注意を拂はぬ様な時でも、本試験の場合よりもよい状態にある譯で、従つて繼手の存在による強度減少の割合は本試験の場合よりも少であると思はれる。故に新舊コンクリートの繼手を作るに當つて、若し舊コンクリートの上面に水が溜まつて居る様な場合には、此の水とレイクンスを取り去るとか、若し一日も経つた場合には、舊コンクリートの間に撒水してレイクンスを洗ふと云ふ様な相當の注意を拂へば、數時間乃至3日位の間工事を中止して構造繼手を造つても、之のために應壓強度は減ずるものでないと云ふ事が推論し得ると信ずるものである。之が從來隨分ひどい繼手の施工が澤山行はれて居るにも拘らず、建築物の柱などに於て、今日まであまり其の弱點を示して居らぬ理由であると思はれるのである。

3. 結 論

本實験に使用したコンクリートは、普通鐵筋コンクリート工事に用ひられるコンクリートとしては、使用水量が比較的大なる部類のものであるから、之よりも使用水量の小なるもので、充分ウオオカブルなコンクリートを使用する場合には、相當の注意を拂つて構造繼手の施工をすれば、鐵筋コンクリート柱等に於ける構造繼手が其の柱の應壓強度に及ぼす影響は、本實験に示された結果よりも一層小になるべきは明白である。勿論あまり硬練のコンクリートで、繼手の面にセメント糊状體が行き亘らぬと云ふ様な場合は例外である。又本誌第九卷第三號に、著者が報告した實験の結果によれば、新舊コンクリートに24時間の差ある繼手を有する

桁供試體の繼手に荷重を加へた時に、其の破壊彎曲應張力は、舊コンクリートの表面に單に撒水しただけで新コンクリートを施工した時に、約2割を減じ、充分注意して施工したものでは繼手が構造物の強度に及ぼす影響は僅小である。以上の事實から考へると、主として應張力をうける部材に於ては、其の施工に相當の注意を拂へば、構造繼手はその部材の應張強度を減するもので無いと云ふ事が云ひ得ると思はれるのである。即構造繼手が、水、海水などの有害なる作用をうける虞のない建築物の柱等の場合には、施工に注意さへすれば、構造繼手を作る事は一向差支へないものであると思ふのである。

殊に、若しコンクリートの施工に際して、コンクリート材料の分離を防ぐためとか、コンクリートのセツトリングの爲に起る悪い影響を避けるためとかで、數時間コンクリートを落ち付かせるために、コンクリートの施工を中止した方がよいと云ふ様な事情があるならば、中絶せずにコンクリートを施工すると云ふ事に、特に努力すべき必要はない譯であつて、構造繼手を作るための利益を充分に利用する様に施工するのが得策であると信ずるのである。

附 レイタンスの應張強度

レイタンスは其の應張強度も極めて低いものと從來考へられて居るのであるが、あるレイタンスを試験して見たらば、案外大なる應張強度を示したから、参考のため其の結果を附記する。

試験に供したレイタンスは朝鮮のある水理工事に於ける、二徑間の鐵筋コンクリート暗渠の中間壁の一部から取られたものである。此の工事に使用されたコンクリートの配合は容積比で 1:2:4、使用水量セメント重量の約 65% であつた。セメントは重量で、砂及び砂利は容積で計量された。

コンクリートの施工中に驟雨があつたために、約 3 時間コンクリート打ちを中止し、後再び施工を續けた。型枠を除去して見たら中間壁の上部に厚さ 7.5 cm. 長さ 180 cm. に亘れるレイタンスの層が發見された。之はコンクリート打ちを中止した際に、此の部分が低かつた爲に、雨水により隣接せる部分から流されて來たレイタンスが此の部分に溜まつたものと考へられた。それで此のレイタンスを除去して、修繕工事がなされた。本試験に使用したレイタンスは除去されたものゝ一片で、コンクリート施工後 26 日を経て現場の壁から除去され、後 13 日間水中に貯へられてから、著者の實驗室に郵送されたものである。13 日間水中に貯へられた間に、其の硬さに於て何等の變化も認められず、又溶解される様子もなかつたとの事である。送られたレイタンスの片は長さ約 10 cm. 幅約 7 cm. 厚さ約 3 cm. の大きさであつて、爪で容易に引き搔く事が出来る硬さであつた。故に鋸で引き切り、鉋で精密の大さに仕上をなす事が出來た。此のレイタンス片から断面 1 cm. 平方、高さ 2 cm. の角擣供試體 3 個を製作して

應壓強度試験を行つた。試験當日に於けるレイタンスの材齡は7週であつた。試験の結果は應壓強度が127, 103, 及び 121 kg./cm². であつて, 3個の平均は117 kg./cm². であつた。供試體破壊の狀態は寫真第二に示せるが如くである。使用されたコンクリートの應壓強度は不明であるが, 之を140~200 kg./cm². と假定すると, レイタンスはコンクリートの應壓強度の83%~60%の強度を有する事になつて居る。

以上はレイタンスの應壓強度を試験した一例に過ぎないけれども, レイタンスが普通に想像されてゐるよりも大なる應壓強度を有するものであると云ふことだけは了解出来る。それで, レイタンスが薄い層をなしてコンクリート體に存在して居つても, さほどコンクリート體の應壓強度を減ぜぬ事になるのであらう。之が又, 本論文に述べた實驗の結果に於て, レイタンスの層を繰手に有するコンクリート柱の應壓強度が, 繰手を有せざるものと, ほゞ相等しき事の理由の一つであると思はれる。

寫真第一



昭和五年一月九州帝國大學工學部土木教室に於て

寫真第二



同上