

論文

[1121] 逆打打継ぎ部の超音波伝播特性に関する研究

正会員 高幣喜文(竹中工務店技術研究所)

正会員 両角昌公(竹中工務店技術研究所)

正会員 宮内靖昌(竹中工務店技術研究所)

正会員 〇岩清水隆(竹中工務店技術研究所)

1. はじめに

逆打打継ぎ部の処理は施工上の不確定要素が入りやすく、処理状態のばらつきが多くなる。このため、打継ぎ処理状態を施工段階で把握し、補修が可能となるような品質管理技術が必要である。しかしながら、逆打に限らず、順打の場合においてもその処理状態を管理する技術は確立されていない。

本研究においては、実施工での実用的な逆打打継ぎ部の品質管理技術を確立するために、超音波伝搬速度法による非破壊検査を採用し、柱及び壁部材における適用性の検討を行った。

2. 柱打継ぎ部の超音波伝搬特性に関する実験

(1) 実験方法

柱試験体はSRCの実部材とし、打継ぎ部の隙間間隔に格差をつけるために、後打コンクリートは表-1に示すような普通、ノンブリージングおよび膨張コンクリートの3種類とした。試験体は各調査3体、計9体とした。また、超音波伝搬速度の測定には実施工において最も容易に利用が可能な測定器として表-2に示す携帯デジタル式超音波非破壊試験器を用いた。

超音波伝搬速度の測定は、鉄骨及び鉄筋の影響を考慮し、打継ぎ部の品質が評価可能となるように、同一断面条件のもとで打継ぎ部と一体部の比較を行うこととした。また、測定はセメントペースト注入前及び注入後4週で行った。

柱試験体の形状と超音波伝搬速度測定位置を図-1に示す。超音波伝搬速度の測定は非破壊試験方法マニュアル¹⁾に準じ、柱断面を貫通して測定する方法(直接法)及び打継ぎ部をはさんで同一面上で測定する方法(間接法)の2種類とした。

(2) 実験結果と考察

表-3に使用したコンクリートの試験結果を示した。また、図-2～3には柱試験体の注入前後の間接法及び直接法による超音波伝搬速度測定結果を示した。なお、一体部の速度は、上部及び下部のコンクリートの速度が品質及び材令の違いにより

表-2 超音波伝搬速度測定装置の仕様

名 称	仕 様
時間表示	3桁デジタル表示
最小読み取り時間	±0.1 μs
時間測定範囲	0.1~1,000 μs
時間測定基準	10MHz水晶
標準振動子	50 KHz (ジルコン酸チタン酸鉛)
入力感度	30~100 KHzで100 μs
印加電圧	800V
横波測定	可能
透過測定能力	0~15 m
寸法 (cm)	18x11x16
重量 (kg)	3.2
電源	充電式ニッケル・カドミウム電池

表-1 コンクリート及び注入セメントペーストの調査

コンクリートの種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	混和材
N	18	4	47	43	178	378	758	992	3.79	—
T	18	4	47	43	178	378	758	992	3.79	0.682
B	18	6	47	43	178	378	758	992	3.79	1.19
P	—	—	50	—	605	1084	—	—	—	136

N: 普通コンクリート T: ノンブリージングコンクリート (MC系)
B: 膨張コンクリート (AL系) P: 注入セメントペースト (CSA系)

異なることを考慮し上下の平均値で示した。各測定値は大きなばらつきを示しているが、全体的な傾向としてはセメントペースト注入前後で差が認められ、注入処理により打継ぎ部が充填され超音波伝搬速度が速くなっていることがわかる。また、一体部分の超音波伝搬速度を100とした場合の、各打継ぎ部の速度の割合を健全度（打継ぎ部速度／一体部速度×100）として表-4に示した。表中にはセメントペーストの注入量から算出した平均の隙間間隔も併せて示した。表より隙間間隔が大きいほど注入前後の健全度の差が大きくなる傾向がみられる。特に間接法による測定値に差が明確に認められた。図-4は各調査から間接法により得られた健全度の一例を選択しプロットしたものである。ばらつきは認められるが、隙間間隔が大きくなるほど健全度は低下する傾向がみられる。図中（ ）内数値は5測点の平均値を示している。注入により健全度は明確に上昇しており、平均的には注入後はほぼ100に近い値となっている。また、漏水試験の結果からも良好な

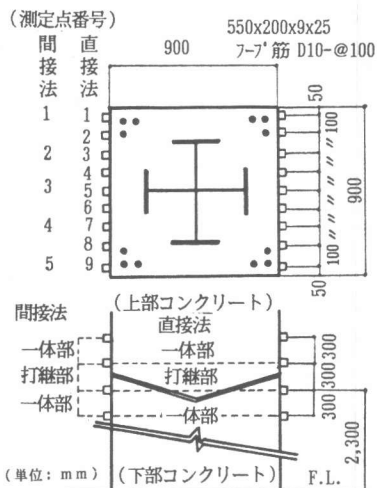
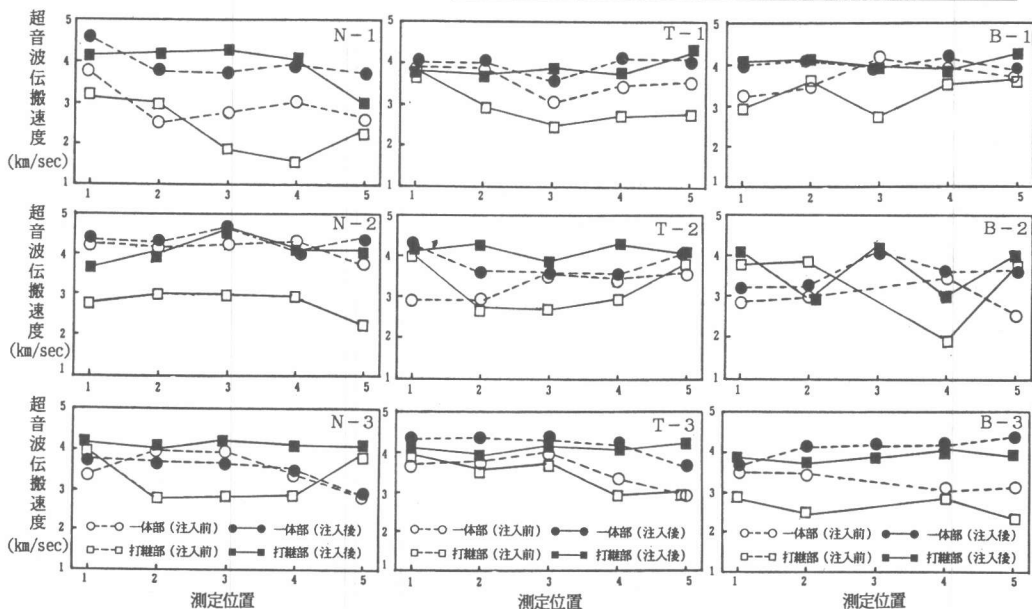


図-1 柱試験体及び測定位置

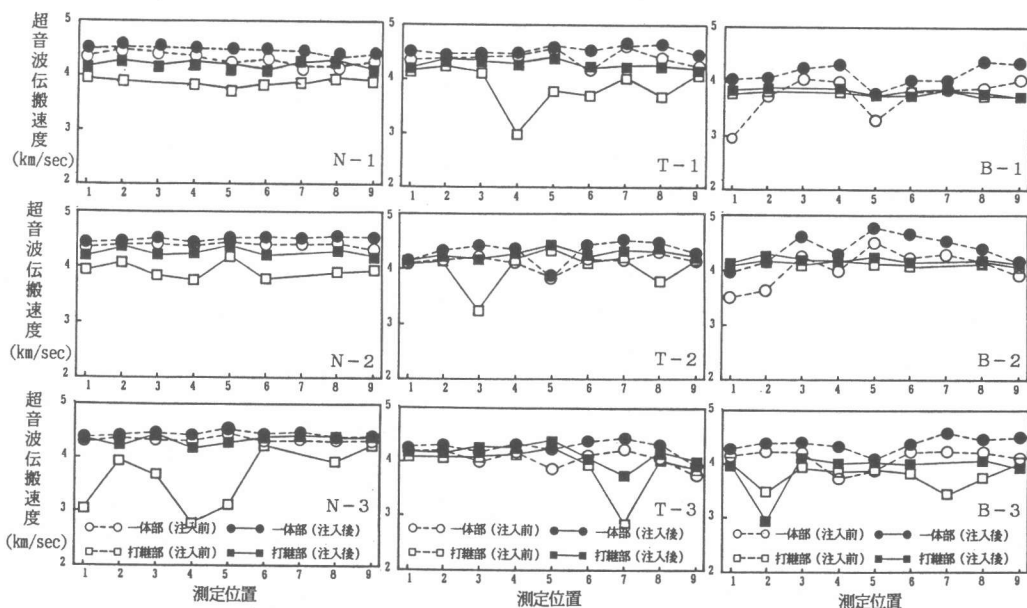
表-3 コンクリートの試験結果

		フレッシュコンクリートの試験結果							圧縮強度 (4週) (kgf/cm ²)
		ベ　　ース			流　動　化　後				
		スラブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(℃)	スラブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(℃)	ブリーディング率(%)	
N (普通コン クリート)	1	—	—	—	21.0	4.5	16.8	—	—
	2	8.0	5.0	17.2	21.5	5.0	17.4	5.05	390
T (ノンブリー ジング)	1	15.0	3.8	15.5	20.5	4.2	15.0	—	—
	2	19.5	4.6	16.5	22.0	4.4	15.2	0.0	340
B (膨張コン クリート)	1	10.5	6.6	17.1	20.5	6.2	16.5	—	—
	2	10.5	5.5	17.0	21.5	5.6	17.0	5.27	351



a) 普通コンクリート b) ノンブリージングコンクリート c) 膨張コンクリート

図-2 超音波伝搬速度測定結果 (間接法)



a) 普通コンクリート b) ノンブリッジングコンクリート c) 膨張コンクリート

図-3 超音波伝搬速度測定結果 (直接法)

水密性が確認されている²⁾。以上の実験結果より、逆打打継ぎ部において、セメントペースト注入前後に一体部と打継ぎ部の超音波伝搬速度の比較を行うことにより、打継ぎ処理状態の良否の判定が可能となるものと考えられる。

3. 壁打継ぎ部の超音波伝搬特性に関する実験

(1) 実験の方法

壁試験体は地下外周壁の2カ所とした。コンクリートは表-1に示す柱試験体で用いた普通コンクリートと同様の調合のものを用いた。試験体の形状と超音波伝搬速度の測定位置を図-5に示す。超音波伝搬速度の測定は、直接法が不可能なため間接法のみとし、一体部と打継ぎ部の測定をセメントペースト注入前及び注入後4週で柱試験体と同様に行った。

(2) 実験結果と考察

図-6に超音波伝搬速度の測定結果を示した。壁の場合は、柱と比較すると配筋量が少なく、鉄骨及び鉄筋の影響も少ないものと考えられる。本実験においても、各測定点におけるばらつきは認められるものの、注入前後の超音波伝搬速度の違いが明確に現れた。注入後の超音波伝搬速度は、柱試験体と同様に一体部分とほぼ等しくなっている。壁の打継ぎ面が測定面と反対側へ下り勾配となっており、測定面側に隙間が発生し易いことを考え

表-4 健全度の一覧表

Conc. 種類	柱番号	直接法		間接法		隙間 (mm)
		注入前	注入後	注入前	注入後	
普通	N-1	90.3	97.9	81.2	100.4	3.4
	N-2	89.7	97.8	66.7	93.5	7.0
	N-3	86.3	100.1	93.4	120.3	4.3
	平均	88.7	98.6	80.4	104.7	4.9
ノンブリッジング	T-1	88.0	97.5	82.6	97.9	4.0
	T-2	97.5	103.2	98.1	104.5	2.1
	T-3	96.6	102.0	96.4	99.1	0.3
	平均	93.9	100.8	92.4	100.5	2.1
膨張	B-1	92.3	94.6	90.0	98.1	0.7
	B-2	101.7	103.4	111.6	98.9	0.5
	B-3	101.7	102.0	81.9	93.7	0.1
	平均	98.6	100.0	94.5	96.9	0.4

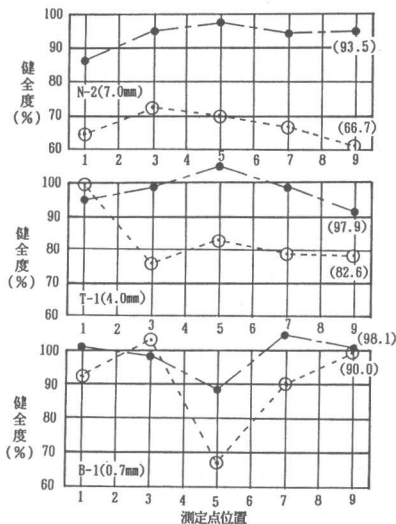


図-4 柱試験体の健全度の一例

ると、注入処理により壁打継ぎ部の充填が確実に行われたことが推測できる。壁においても注入前後で一体部と打継ぎ部の超音波伝搬速度の比較を行うことにより打継ぎ部の品質の評価が可能であると考えられる。

4. まとめ

逆打打継ぎ部の処理状態を簡便に検査する方法を見いだすことを目的に、超音波伝搬速度の測定による非破壊検査の適用性について検討した結果、以下のことが結論として得られた。

(1) 逆打打継ぎ部においては、それを貫通する超音波伝搬速度は一体部分のコンクリートの速度より低下する。速度低下は上下コンクリートの接触状態によって変化すると考えられる。しかし、セメントペースト注入処理をすることによって、超音波伝搬速度は一体部分とほぼ同様になる。このことより、打継ぎ処理の良否の判定が可能となるものと考えられる。

(2) 逆打の場合のように傾斜をつけた打継ぎ部分では、内部は流動圧で隙間が小さくなり、傾斜上部になる表面に近い部分は隙間が大きくなり易いため、内部の品質検査には適さない間接法においても適用の可能性は高くなると考えられる。

(3) 打継ぎ部と一体部の超音波伝搬速度の比を健全度としてとらえることにより、両者の差を明確に表すことが可能となる。健全度により、打継ぎ状態を判断することにより、逆打打継ぎ部の品質管理がより容易に行えるものと考えられる。

なお、今回の実験においては、試験体数も少なく、逆打打継ぎ部の状態と健全度との定量的な関係を得るに至らなかった。今後、さらに測定方法、隙間間隔、打継ぎ部の水密性、力学的性能等と健全度との関係の検討を進め、補修の要否の判定が定量的に可能となるようにしたいと考えている。

謝辞：本論文作成に当たっては、大阪大学建築工学科鈴木計夫教授の懇切丁寧なご指導を頂いた。また、実験にはイズミエンジニアリングの藤田博司氏他、竹中工務店作業所の方々にご協力を頂いた。ここに心から感謝の意を表したい。

〈参考文献〉

- 1) 建築学会：コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル，1983年
- 2) 高橋喜文，鈴木計夫，両角昌公：逆打打継ぎ部の水密性に関する研究，第11回コンクリート工学年次論文報告集，1989年

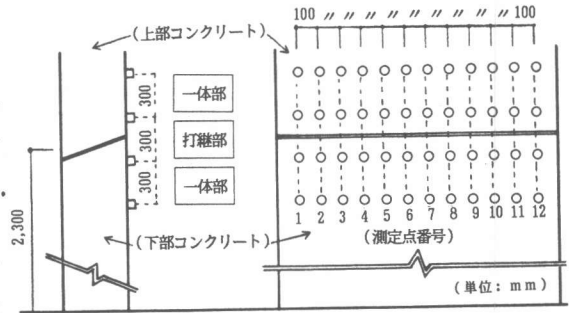


図-5 壁試験体と測定位置

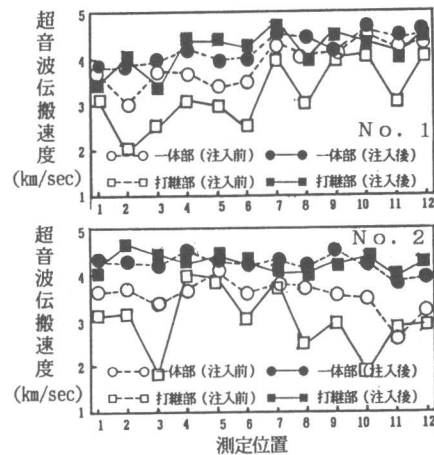


図-6 壁試験体超音波伝搬速度測定結果